

ANDERSON ZAMPIER ULBRICH

**APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA: RELAÇÃO COM O
SISTEMA IMUNOLÓGICO DE ADOLESCENTES**

Dissertação de Mestrado defendida
como pré-requisito para a obtenção do
título de Mestre em Educação Física,
no Departamento de Educação Física,
Setor de Ciências Biológicas da
Universidade Federal do Paraná.
Orientador: Professor Wagner de
Campos, PhD.

ANDERSON ZAMPIER ULBRICH

**APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA: RELAÇÃO COM O
SISTEMA IMUNOLÓGICO DE ADOLESCENTES**

Dissertação de Mestrado defendida como
pré-requisito para a obtenção do título de
Mestre em Educação Física, no
Departamento de Educação Física, Setor
de Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Wagner de Campos

DEDICATÓRIA

As conquistas são resultado de esforços próprios; porém essas são originárias de determinados modelos, e é desta forma que dedico este trabalho a minha amada família, pela garra, luta, carinho e crescimento que me foi propiciado e resultou no meu desenvolvimento pessoal. Primeiramente dedico aos meus pais Vera e Francisco, vocês são demais! Aprendi muito com vocês e são tantas as palavras que gostaria de colocar aqui neste momento; mas me faltará espaço. Uma coisa eu quero que saibam, através das suas batalhas e persistências é que me espelhei. Os subsídios proporcionados e conselhos propostos foram a bússola que me guiou até hoje, sendo vocês para mim um grande motivo de orgulho. Sem vocês, eu não chegaria onde estou; assim, sempre caminho levando vocês em meu coração.

É claro, eu não esqueceria vocês, meus queridos irmãos, não posso deixar de dedicar ao Luiz e à Lú o apoio incrível, resplandecedor, do jeitinho que cada um de vocês me passou, vocês são espetaculares. Saibam que cresci muito com vocês e hoje temos mais o pequeno Joni, o Leozinho, laço da família, um carinho de pessoa, esperto, como a mãe, inteligente como o padrinho e brincalhão como o tio. Essa nossa família, na verdade, muito mais do que isso, é família ESPECIAL.

Para tanto não posso deixar de destinar à minha enorme família os meus votos de agradecimento; são tantos os nomes que, se eu for escrever sobre cada um, serão muitas as palavras sobre as grandes pessoas que vocês representam para mim, vocês: Tias, Tios, Primos, Primas, Amigos e claro a nova família que estou formando.

Por fim, em especial, a minha amada noiva e futura esposa Rê, “minha pequena”, por meio de você, de suas palavras, do seu amor, eu obtive força inimaginável que me fez conhecer o outro Anderson, e voltado a ter a “Fé”; e é com esta frase que eu lhe dedico este trabalho: “Tu és meu raio de Luz, que guia meu caminho, que mais eu poderia desejar? TE AMO.....”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS ter-me concedido a fé para prosseguir no meu caminho com passos seguros e ter-me dado forças nos momentos difíceis já superados.

Não posso deixar de lembrar e agradecer a meu “Anjo da guarda”, Tia Alice, que hoje com seu novo corpo de luz, lindo, iluminado, feliz é fonte da minha garra nesta trajetória; todos os momentos bons que tive com ela foram de total crescimento.

Agradeço os esforços concedidos pela Prefeitura Municipal de São Mateus do Sul, do prefeito Francisco Luiz Ulbrich, do Secretário de Saúde Jorge Roico e sua secretária Graciele, da Secretária de Educação Carla W. Dal’Lago. Fico grato também pelos trabalhos desempenhados pelo Laboratório de Análises Clínicas Avenida, proferidos pela Fabiane Muchalack, seus funcionários e em especial agradeço as enfermeiras, que desempenharam com profissionalismo as suas funções diante do presente trabalho.

Em particular, agradeço aos diretores, coordenadores e funcionários das Escolas participantes do estudo, professor Ivan e professora Iolanda por ter cedido o espaço e paciência, para que nosso estudo fosse levado a termo. Em especial agradeço a todos os adolescentes que se envolveram na pesquisa, colaborando para que o estudo ser realizado.

De fato, não posso deixar de agradecer aos meus amigos e componentes do Laboratório do Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte, Neto, Bozza, Ítalo, Mascarenhas, Thiago, Renata, Mariza, como também aos amigos que conheci durante o programa de mestrado: eles me ajudaram para que minha pesquisa acontecesse com sucesso.

Também não deixaria de relatar meu agradecimento a todos os professores do programa de pós-graduação de mestrado e aos membros da banca professor Paulo Ivo Bittencourt e professor Luiz Cláudio Fernandez que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional; sobretudo é com profundo entusiasmo, exemplo do profissional e pessoa que em especial agradeço ao grande orientador, professor e acima de tudo amigo Wagner que me norteou nesses dois transcorridos anos. Sei que não foi fácil ter-me conduzido, pecando em alguns momentos, mas espero ter atingido a sua expectativa de orientador.

Deixo ainda meus agradecimentos ao doutorando Gustavo Zampier dos Santos Lima, meu primo, que muito me ajudou na valiosa análise estatística dos meus dados e até mesmo a observância dos resultados que não consegui visualizar.

Por fim, sabendo que muitas pessoas especiais foram omitidas dos meus agradecimentos, mas nem por isso tem menor valor, vocês têm um espaço reservado no meu coração e que, de certa forma cooperaram para que eu finalizasse o meu Mestrado.....

*“Cada um constrói, dia por dia, hora por hora,
muitas vezes sem mesmo o saber, o seu próprio futuro.*

*É sorte que nos cabe na vida atual
foi preparada pelas nossas ações anteriores;
da mesma forma, edificamos no presente
as condições da existência futura.”*

Leon Denis

RESUMO

Objetivo. Este trabalho visa verificar a relação da aptidão cardiorrespiratória com a contagem de células do sistema imunológico (SI) de adolescentes. **Métodos.** Amostra foi composta de 102 meninos (R) e 131 meninas (M) com idades de 12 a 17 anos. Avaliou-se a composição corporal da amostra, sendo o percentual de gordura subcutânea calculado pela fórmula de Slaughter. O IMC foi calculado e categorizado através da proposta de Cole et al. O consumo máximo relativo e absoluto de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) foi obtido através do teste de 20 metros proposto por Léger et al. e categorização adaptada de Rodrigues et al. A contagem das células do SI foi obtida pelo leucograma, sendo verificado o número total de leucócitos (cel.ml) e as subfrações: Eosinófilos, Linfócitos, Monócitos, Segmentados e Neutrófilos. Hipotetizou-se (H) que os indivíduos com maior $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ comparados com seus pares menos aptos poderiam apresentar maior razão de chance na contagem das células do SI, para: os valores acima do percentil 50 (H1); valores abaixo do percentil 50 (H2), disposição nas extremidades (H3); valores concentrados mais na região central (H4). Na análise estatística foi empregada distribuição de frequências, teste *t* de Student, ANOVA *one-way* e regressão logística binária, com $p < 0,05$. **Resultados.** O estado nutricional demonstrou que 27,8% dos R e 13,2% das M apresentaram sobrepeso ou obesidade. Os valores do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ ficaram entre 29 a 59 ml.kg⁻¹.min⁻¹ e 25 a 53 ml.kg⁻¹.min⁻¹ para R e M, respectivamente, e um quinto da amostra geral apresentou baixo condicionamento aeróbio. A contagem média das células do SI diferiu entre os sexos, tendo maior quantidade para as M nos Leucócitos (R= 5697,1 cel.ml; M=6496,9 cel.ml; $t=3,959$; $p=0,000$), Segmentados (R= 3288,1 cel.ml; M=4023,8 cel.ml; $t=4,145$; $p=0,000$), e Neutrófilos (R= 3306,9 cel.ml; M=4101,2 cel.ml; $t=4,431$; $p=0,000$) enquanto que Eosinófilos (R= 286,1 cel.ml; M=211,1 cel.ml; $t=2,644$; $p=0,009$) tiveram maior contagem para os R. As análises de variância entre os estágios maturacionais diferiram entre os indivíduos púberes dos pós púberes para Leucócitos e Segmentados somente nas M. As análises de regressão mostraram que o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo dos R não apresentaram nenhuma associação, enquanto as M com baixa aptidão apresentaram associação para contagem de Eosinófilos para H1 (OR= 4,60; 1,24-16,96, $p=0,022$), nos Linfócitos para H3 (OR=2,76; IC= 1,01-7,56; $p=0,047$) e nos Monócitos para H4 (OR=3,57; IC= 1,03-12,26; $p=0,043$). Quando verificado o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto os R com regular aptidão, estes apresentaram uma maior razão de chance da contagem dos leucócitos para H2 (OR=9,0; IC=1,08-75,00; $p=0,042$), dos monócitos para H1 (OR=5,16; IC=1,00-26,59, $p=0,049$), e neutrófilos para H1 (OR=9,65; IC=1,15-80,45; $p=0,036$). Nas M a maior razão de chance ocorreu com a aptidão regular nos leucócitos para com H2 (OR=3,91; IC= 1,14-13,46; $p=0,030$), da aptidão moderada com os linfócitos para H1 (OR= 3,84; IC=1,48-9,92; $p=0,005$), e as com aptidão regular com a porcentagem de neutrófilos com H3 (OR=3,60; IC=1,05-12,32; $p=0,041$). **Conclusão.** Os resultados das associações demonstraram que quanto mais alto for o condicionamento cardiorrespiratório melhor a contagem e disposição de células do SI de adolescentes.

Palavras-chave: sistema imunológico; aptidão cardiorrespiratória, adolescentes.

ABSTRACT

Purpose. This work to investigate the relationship between cardiorespiratory fitness with count of cells in the immune system (IS) in adolescents. **Methods.** The sample was composed by 102 boys (B) and 131 (G) girls aged from 12 to 17 years-old. Body composition was estimated by the percentage of body fat using the Slaughter equation. BMI was calculated and categorized according to the references values proposed by Cole et al. The absolute and relative (per kg.) maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) was obtained through the Leger's shuttle run test and was then categorized according to Rodrigues et al. The count of cells in the SI leukogram was obtained by checking the total number of leukocytes (cel.ml⁻¹) and subsets: Eosinophils, Lymphocytes, Monocytes, Segmentades and Neutrophils. It was hypothesized (H) that individuals with higher $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ could present a higher ratio of chances in the counting of cells in the IS for the values above the 50th percentile (H1), values below the 50th percentile (H2), available on the extremities (H3), and values more concentrated in the central region compared with their peers with a lower $\dot{V}O_{2\text{máx}}$. For statistical analysis was used frequency distribution, Student t test, ANOVAs one-way and binary logistic regression ($p < 0.05$). **Results.** The nutritional analysis demonstrated that 27.8% and 13.2% of B and G were classified as overweight or obesity. The values of $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ were between 29 to 59 ml.kg⁻¹.min⁻¹ and 25 to 53 ml.kg⁻¹.min⁻¹ to B and G, respectively, and one fifth of the sample showed low overall aerobic conditioning. The average count of cells of the IS did differ between B and G, and in greater range in the Leukocytes (B = 5697.1 cel.ml and G = 6496.9 cel.ml; $t = 3959$, $p = 0000$), Segmented (B cel.ml = 3288.1 and 4023.8 G = cel.ml; $t = 4145$, $p = 0000$), and neutrophils (B = 3306.9 cel.ml and G = 4101.2 cel.ml; $t = 4431$, $p = 0000$) in G, while Eosinophils (B = 286.1 cel.ml and G = 211.1 cel.ml; $t = 2644$, $p = 0009$) had a higher count for boys. The variance analyses between the maturational stages only did differ between the puberty stage and pos puberty for Leukocytes in Segmented in G. Analyses of regression showed through the assumptions that the $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ on the R did not show any association, while G with low fitness were associated for counts of Eosinophils to H1 (OR = 4.60; 1,24-16,96, $p = 0022$), in Lymphocytes for H3 (OR = 2.76, CI = 1,01-7,56, $p = 0047$) and Monocytos for H4 (OR = 3.57, CI = 1,03-12,26, $p = 0043$). When verified the $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absolute B with the regular fitness, they had a higher ratio of chances of count of leukocytes to H2 (0042), the monocytes to H1 (OR = 5.16, CI = 1,00-26,59, $p = 0049$), and neutrophils for H1 (OR = 9.65; IR = 1,15-80,45, $p = 0036$). In B a greater ratio of chances occurred with the regulate fitness in the leukocytes with H2 (OR = 3.91, CI = 1,14-13,46, $p = 0030$), with moderate fitness to H1 lymphocytes (OR = 3.84, CI = 1,48-9,92, $p = 0005$), and the regulate fitness with the percentage of neutrophils to H3 (OR = 3.60, CI = 1,05-12,32, $p = 0041$). **Conclusion.** The findings of associations showed was more high cardiorespiratory fitness, better is count and disposition de SI cells in adolescents.

Key words: immune system; cardiorespiratory fitness, adolescents.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variação da proporção de contagem normal de leucócitos.....	22
Tabela 2. Classificação da intensidade para o exercício aeróbio com duração de 30 a 60 minutos.....	48
Tabela 3. Efeitos do exercício físico extenuante sobre o sistema imunológico.....	56
Tabela 4. Alunos matriculados na rede pública de São Mateus do Sul, Pr.....	62
Tabela 5. Valores de referência do sistema imunológico para adolescentes.....	66
Tabela 6. Classificação adaptada do consumo máximo de oxigênio relativo ao peso corporal ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e absoluto (L.min^{-1}) para os adolescentes.....	71
Tabela 7. Caracterização da amostra expressa em média e desvio padrão.....	75
Tabela 8. Aptidão cardiorrespiratória dos adolescentes de ambos os sexos, com dados apresentados em média e desvio padrão.....	77
Tabela 9. Distribuição percentílica dos adolescentes de ambos os sexos e geral por nível de aptidão cardiorrespiratória.....	79
Tabela 10. Contagem diferencial de células do SI do sangue descritivos entre rapazes e moças.....	81
Tabela 11. Contagem de células imunológicas entre estágios maturacionais para o sexo masculino.....	84
Tabela 12. Contagem de células imunológicas entre estágios maturacionais para o sexo feminino.....	84
Tabela 13. Comparação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ rel com a contagem (ml de sangue) de células do SI dos rapazes.....	86
Tabela 14. Comparação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ abs com a contagem (ml de sangue) de células do SI dos rapazes.....	87
Tabela 15. Comparação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ rel. com a contagem (ml de sangue) de células do SI das moças	88
Tabela 16. Comparação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ abs. com a contagem (ml de sangue) de células do SI das moças.....	89
Tabela 17. <i>Odds ratio</i> e intervalo de confiança entre as classificações do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ rel. ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$): bom, regular e baixo nível com a disposição das células do SI, maior e menor contagem, para o sexo masculino.....	93
Tabela 18. <i>Odds ratio</i> e intervalo de confiança entre as classificações do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ rel. ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$): bom, regular e baixo nível com a disposição das células do SI, maior e menor contagem, para o sexo feminino.....	94
Tabela 19. <i>Odds ratio</i> e intervalo de confiança entre as classificações do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ abs. ($\text{L}^{-1}.\text{min}^{-1}$): bom, regular e baixo nível com a disposição das células do SI, maior e menor contagem, para os rapazes.....	101
Tabela 20. <i>Odds ratio</i> e intervalo de confiança entre as classificações do $\dot{V}\text{O}_{2\text{máx}}$ abs. ($\text{L}^{-1}.\text{min}^{-1}$): bom, regular e baixo nível com a disposição das células do SI, maior e menor contagem, para as moças.....	104

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1. Celularidade da medula óssea.....	24
Figura 2. Formação celular (Hemopoese).....	25
Figura 3. Fatores que afetam a função imunológica.....	36
Figura 4. Lesão muscular causada pelo exercício e ação imunológica.....	51
Gráfico 1. Descrição da contagem dos leucócitos (ml) conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) para os rapazes e moças.....	90
Gráfico 2: Descrição da contagem das sub-frações do SI conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) para os rapazes e moças.....	92
Gráfico 3. Descrição da contagem dos leucócitos (ml) conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto (L.min^{-1}) para os rapazes e moças.....	98
Gráfico 4. Descrição da contagem das sub-frações do SI conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absolutos (L.min^{-1}) para os rapazes e moças.....	100

LISTA DE ABREVIATURAS

SI	Sistema Imunológico
SH	Sistema Hematológico
$\dot{V}O_{2\text{máx}}$ rel.	Volume Máximo de Oxigênio relativo ao peso corporal
$\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs.	Volume Máximo de Oxigênio absoluto
FC	Frequência Cardíaca
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CPEE	Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
Hb	Hemoglobina
IL	Interleucinas
Ig	Imunoglobulina
GM-CSF	<i>Granulocyte-monocyte colony-stimulating factor</i>
EPO	Eritropoetina
TBO	Trombopoetina
LT	Leucotrienos
PG	Prostaglandinas
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
NHANES	<i>United States National Health e Nutrition Examination Survey</i>
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
SBME	Sociedade Brasileira de Medicina Desportiva
IMC	Índice de Massa Corporal
TR	Tríceps
PA	Panturrilha

DC	Dobras Cutâneas
SMS	São Mateus do Sul
CESM	Colégio Estadual São Mateus
CEDC	Colégio Estadual Duque de Caxias
OR	<i>Odds Ratio</i>
cel.ml	Número de células por mililitro de sangue

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE ABREVIATURAS.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Apresentação do Problema.....	15
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 Objetivo Geral.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	19
1.3 Hipóteses.....	19
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 Líquidos Corporais Circulantes E Formação Celular Sangüínea.....	21
2.2 Células do Sistema Hematológico.....	27
2.2.1 Eritrócitos.....	27
2.2.2 Leucócitos.....	28
2.2.3 Plaquetas.....	32
2.3 Sistema Imunológico.....	32
2.3.1 Puberdade: relação do Sistema Imunológico e Sistema Endócrino.....	37
2.4 Atividade Física e Aptidão Cardiorrespiratória na Adolescência.....	39
2.4.1 Aptidão Cardiorrespiratória na Adolescência.....	45
2.5 Sistema Imunológico e Exercício Físico.....	51
2.5.1 Sistema Imunológico e Intensidade do Exercício Físico.....	53
2.5.2 Sistema Imunológico e Exercício Físico na Adolescência.....	58
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	61
3.1 Planejamento da Pesquisa.....	61
3.2 População e amostra.....	61
3.3 Instrumentos e Procedimentos.....	65
3.3.1 Avaliação Bioquímica.....	65
3.3.2 Avaliação Antropométrica.....	67
3.3.3 Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória.....	70
3.3.4 Avaliação do Estágio de maturação sexual.....	72
3.4 Limitações do Estudo.....	72
3.5 Tratamento dos dados e estatística.....	73

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4.1 Caracterização da amostra	75
4.2 Aptidão Cardiorrespiratória dos adolescentes	77
4.3 Parâmetros Imunológico dos Adolescentes: diferenças entre sexos	81
4.4 Parâmetros Imunológico dos Adolescentes: diferenças entre os estágios maturacionais	83
4.5 Parâmetros Imunológico dos Adolescentes: diferenças entre os diferentes índices de aptidão aeróbia	86
4.6 Associações entre as variáveis do sistema imunológico com a capacidade aeróbia	90
4.6.1 Disposição celular do Sistema imunológico associado com o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo	90
4.6.2 Disposição celular do Sistema imunológico associado com $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto	97
5 CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS	108
ANEXOS	127
APÊNDICES	135

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do problema

O Sistema Imunológico (SI) tem como principal função defender integralmente o organismo (BALESTIERI, 2006, p.3) no combate e resistência contra partículas físicas invasoras e causadoras de doenças, como também pelo estresse que possa alterar a homeostase celular (JANEWAY et al., 2002; p. 21). Exerce, assim, papel primordial na manutenção do equilíbrio interno (RASO, 2005).

Esta defesa advém do conjunto de mecanismos chamados de imunidade natural¹ e imunidade adquirida ou adaptativa² (JANEWAY et al., 2002; GANONG, 2000, p. 377), como também da ligação com células acessórias (ABBAS, 2003, p.15) e da intercomunicação extracelular com processos fisiológicos do sistema nervoso e endócrino (WILSON et al., 2003, p.1), que sintetizam e reorganizam as várias células estimuladas direta e/ou indiretamente (BALESTIERI, 2006; TIMMON; TARNOPOLSKI; BAR-OR, 2006; GLEESON, 2006; GANNONG, 1999).

As células do SI são partes integrantes do sistema hematológico e se desenvolvem a partir da medula óssea, desde a vida fetal. Os seus parâmetros celulares são a representação do estado de saúde dos indivíduos (VERRASTRO; LORENZI; WENDEL NETO, 1996; KARAZAWA; JAMRA, 1989; JANEWAY; CHARLES; MEDZHITOV, 2002, p.23). Em vista disso, a quantidade de células para ambos os sistemas, hematológico e imunológico, são de vital importância, porquanto, quando certos parâmetros imunológicos diminuem, têm imunossupressão, ou sofrem irregularidades nas suas ações, aumentam as chances para o surgimento de doenças ou infecções (KANG; KIM; SUH, 2004).

¹ Barreiras externas, internas não-específicas e inatas que apresentam mecanismos como a resistência mecânica, a produção de enzimas e de moléculas ácidas que são os primeiros mecanismos a serem ativados na tentativa de impedir que partículas estranhas penetrem no organismo (BALESTIERI, 2006, p.3).

² Quando o mecanismo de resistência natural não é suficiente na proteção, células específicas são ativadas e os mecanismos desencadeados (BALESTIERI, 2006, p.3), tendo como propósito combater, excluir, destruir e eliminar infecções, a prevenção da expansão dos patógenos, e também serve de mecanismo regulatório do SI (GLESSON, 2006, p. 24).

Dessa forma, é de vital importância que as respostas se mantenham estáveis o SI é modulado por diversos fatores, como sexo, etnia, idade, condição socioeconômica, de higiene, estado nutricional (KARAZAWA; JAMRA, 1989; CALDER, 1995) e estilo de vida de origem psicossocial ou comportamental, em especial o estresse que envolve influências de forças internas ou externas, em particular a prática regular de exercício físico (MASTORAKOS et al., 2005; GLESSON, 2006, p.38, KANG; KIM; SUH, 2004).

O exercício físico tem sido usado como modelo de estresse para verificar as várias respostas imunológicas. Recentemente verificou-se que indivíduos considerados moderadamente ativos e muito ativos apresentam grandes associações com a melhoria da funcionalidade e capacidade das respostas imunológicas (PEDERSEN; HOLFFMAN-GOETZ, 2000; MALM, 2006; PEDERSEN; FISCHER, 2007)

Assim, nas últimas décadas, várias pesquisas realizadas buscaram analisar a ação do exercício físico sobre o SI (GLESSON, 2006; NIEMAN, 1997; NIEMAN, 2000). Esses estudos identificaram que o exercício físico provoca alterações funcionais do SI através de diferentes tipos de intensidade e tempo de exercício, causando mobilizações distintas dos parâmetros celulares imunológicos (PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000; ACSM, 2003, p.91).

Sobre alguns desses apontamentos na literatura, o modelo fisiológico apresentado por Armstrong (1991) elucida que a prática de exercício físico regular induz novas adaptações neuromusculares, assim como adaptações imunitárias; ele aumenta a proteção das estruturas corporais danificadas pelo estresse provocado durante o exercício (SCROFERNEKER; POHLMANN, 1998, p.12; SHEPHARD; SHEK, 1999). Esses apontamentos corroboram o estudo de Pedersen e Fischer (2007); eles afirmaram que através da prática regular de exercício, há facilitação da liberação de células pró-inflamatórias do SI, como também a produção de receptores dessas células na musculatura esquelética; concluem que o exercício realizado regularmente oferece proteção contra doenças crônicas.

Esses registros são reforçados por Malm (2006) que reproduziu argumentações sobre a curva em “J” proposta por Nieman (1994) do processo

infeccioso que o exercício vigoroso pode causar, porém, o autor propõe que o estatus desta curva poderia modificar-se para curva em “S”; uma vez que indivíduos que praticam atividade física moderada melhoraram a função imunitária acima dos níveis observados, quando comparados com indivíduos sedentários. Já que o exercício prolongado como também de alta intensidade poderia prejudicar a função imunitária (GLEESON, 2007).

Desta forma, a relação da prática de exercício físico com os parâmetros imunitários vem sendo realizada através de pesquisas com delineamentos experimentais, estímulos de moderada e longa duração e diferentes intensidades, e em diferentes grupos etários, incluindo adultos, idosos, atletas, e também com modelos animais (BRAHMI et al., 1985; PEDERSEN et al., 1999; FRIMAN; WESSLÉN, 2000; NIEMAN, 2000; WOLACH et al., 2000; SUGIURA et al., 2001; VIDER et al., 2001; UNAL et al., 2001; MALM et al., 2004; HONG et al., 2004; NIEMAN et al., 2005; ARKESTROM et al., 2005; SOLANA, PAWELEC; TARAZONA, 2006; WOODLAND; BLACKMAN, 2006; WENG, 2006; PRELOG, 2006; WOODS; VIEIRA; KEYLOCK, 2006), com poucos estudos realizados com a população pediátrica (BOAS et al., 1996; SCHEETT et al., 2002; NEMET et al., 2004, TIMMONS, 2006).

Timmons, Tarnopolosky e Snider (2006) destacam que pesquisas que relacionam o exercício físico com o SI na população jovem são necessárias, pois o período da infância e adolescência é caracterizado por várias transformações biológicas, influenciadas por diversos fatores internos, como a ação hormonal no período maturacional e externos como o ambiente (BOUMAN, HEINEMAN; FAAS, 2005; MALINA; BOUCHARD, 2002, p.243; TIMMONS, TARNOPOLOSKY; SNIDER, 2006). Desta forma foi observado que as repostas do SI aumentam significativamente para cada estágio maturacional durante o exercício físico prolongado; essas são similares quando em repouso apenas entre os indivíduos púberes, mas diferentes dos pós púberes; no entanto não foi considerada a aptidão cardiorrespiratória desses indivíduos (TIMMONS; TARNOPOLOSKY; SNIDER et al., 2006).

Assim Boas et al. (1996) ao verificarem elevadas mudanças na contagem celular do SI depois de um período de exercício de alta intensidade; eles propõem que o treinamento aeróbio de intensidade moderada poderia aumentar a atuação imunológica contra algumas infecções em adolescentes, corroborando a teoria do “*open window*”³ (HOFFMAN-GOETZ; PEDERSEN, 1994).

A teoria indica que a aptidão aeróbia é considerada elemento expressivo, marcador da capacidade do sistema cardiorrespiratório relacionada à saúde para indivíduos de todas as idades. Portanto esta variável pode ser considerada um fator contribuinte do desenvolvimento e crescimento da população jovem; e demonstra expressiva modulação dos parâmetros do sistema imunológico (BARANOWSKI et al., 1992; WILMORE, COSTIL, 1999, p.528; ANDERSEN et al., 2003; DENCKER et al., 2007).

Porquanto, expondo a carência de pesquisas relacionando “exercício *versus* SI” com adolescentes (TIMMONS; TARNOPOLSKY; SNIDER et al., 2006), verificando-se os benefícios da prática regular exercício, durante o crescimento e desenvolvimento durante a adolescência, observando a influência do exercício físico sobre a ação hormonal durante o período maturacional e sobre o sistema imunológico (PEDERSEN; FICHER, 2007). Finalmente destacam que a influência destes fatores intervenientes sobre os parâmetros hemato-imunológicos são maiores nos indivíduos jovens que nos adultos (HOLT, 1987 citado por PEARSON, 2002; KANG et al., 2004). Este estudo se propõe averiguar questionamentos preliminares que ainda se fazem necessários: a) Adolescentes com maiores índices de aptidão cardiorrespiratória apresentaram melhores disposições celulares do sistema imunológico? b) O sexo e a maturação biológica se apresentam como fatores intervenientes na relação entre a aptidão aeróbia com o SI na adolescência?

³ A teoria preconiza que as atividades físicas moderada tem efeito protetor ao organismo, enquanto que o exercício intenso parece induzir a debilidade do sistema imunológico que pode se manter expressa por vários dias e pode provocar infecções no trato respiratório superior. Mesmo o exercício físico de fraca intensidade mas de longa duração podem causar tais alterações (NIEMAN, 1994).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar a relação da aptidão cardiorrespiratória com a contagem de células do sistema imunológico em adolescentes de ambos os sexos.

1.2.2 Objetivos Específicos

I. Identificar a alteração da contagem de células do sistema imunológico nos adolescentes entre os quatro diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória (baixa; regular, boa; excelente).

II. Comparar a contagem de células do sistema imunológico entre adolescentes do sexo masculino e feminino.

III. Verificar o grau de associação dos diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória com a contagem de células do sistema imunológico nos adolescentes de ambos os sexos;

1.3 Hipóteses

- I. Os adolescentes do sexo feminino apresentarão maiores valores para a quantidade de células do sistema imunológico, quando comparados aos adolescentes do sexo masculino, independentemente da classificação de aptidão cardiorrespiratória. Teoriza-se esta hipótese em função da ação dos hormônios esteróides sexuais femininos que influenciam o SI (BARTELLET, 1998-2001);

- II. A maturação sexual influenciará a contagem de células do sistema imunológico, quando verificada entre os estágios púbere e pós-púbere, independentemente da classificação de aptidão cardiorrespiratória. (TIMMONS; TARNOPOLSKY; SNIDER et al., 2006).

- III. Os adolescentes com maior aptidão cardiorrespiratória apresentarão maior razão de chance para contagem positiva das células do SI, seguindo as hipóteses (H) de disposição da contagem e células do SI: os indivíduos com maior $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ comparados com seus pares menos aptos poderão apresentar maior razão de chance na contagem das células do SI, para: os valores acima do percentil 50 (H1); valores abaixo do percentil 50 (H2), disposição nas extremidades (H3); valores concentrados mais na região central (H4). (MAUGHAN et al., 2000).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Líquidos Corporais Circulantes e Formação sangüínea

O sistema circulatório, no seu fluxo contínuo, é o principal fornecedor e transportador de oxigênio, substratos de hormônios e nutrientes dos tecidos, sendo um dos principais sistemas para manutenção e regulação da função celular (GANONG, 2000, p.373).

Considerado como tecido especial, dividido em porção celular (45%) e plasmática (55%), sendo formado por diversas células em suspensão no meio líquido (plasma); entre essas, três moléculas em particular: hemácias ou eritrócitos; leucócitos ou glóbulos brancos e plaquetas (AIRES 1999, p.101). Constitui-se também em sua maior parte por água, componentes orgânicos e inorgânicos, sais minerais, vitaminas, proteínas, glicídios e lipídeos (AIRES 1999, p.101; PEARSON, 2002).

Neste tocante, para a saúde, os parâmetros hematológicos considerados normais (**Tabela 1**) são fundamentais para avaliação do bemestar dos indivíduos; no entanto sofrem influências de natureza diversa; sexo, etnia, idade, condições socioeconômicas, de higiene, estado nutricional, altitude, variação temporal, exercício, estresse, ciclo menstrual, gravidez, medicamentos, fumo, entre outros que podem provocar alterações do sistema hematopoiético (KARAZAWA; JAMRA, 1989; BEJARANO et al., 2003).

O estudo da hematologia observa a contagem das células vermelhas e brancas para todas as classes de indivíduos; porém a população jovem sofre mais influência no sistema hemato-imunológico dos fatores intervenientes do que a população adulta (HOLT, 1897 citado por PEARSON, 2002). A avaliação dos fatores intervenientes sobre os valores hematológicos em adolescentes pode ser observada em vários estudos internacionais (BAO et al., 1993; EL-HAZMI; WARSY, 2001; CHENG et al., 2004; VIPRAKASIT et al., 2005).

Bao et al. (1993) observaram que os fatores como idade, sexo e etnia em indivíduos de 5 a 17 anos foram determinantes nas diferenças de concentração dos valores hematológicos. Já El-Hazmi e Warsy (2001) na Arábia Saudita com indivíduos aparentemente saudáveis com idades de 1 a 15 anos verificaram que a idade, sexo, etnia, status social, estado nutricional e comportamental não influenciaram na contagem das células vermelhas para ambos os sexos, mas, observaram aumento nos níveis de hematócrito nos indivíduos acima de um ano de idade.

Tabela 1. Variação da proporção da contagem normal de leucócitos

Idade	Total de Leucócitos		Neutrófilos			Linfócitos			Monócito		Eosinófilos	
	Média	Variação	Média	Variação	%	Média	Variação	%	Média	%	Média	%
Nascimento	18,1	(9,0 - 30,0)	11,0	(6,0 - 26,0)	61	5,5	(2,0 - 11,0)	31	1,1	6	0,4	2
12 horas	22,8	(13,0-38,0)	15,5	(6,0 - 28,0)	68	5,5	(2,0 - 11,0)	24	1,2	5	0,5	2
24 horas	18,9	(9,4 - 34,0)	11,5	(5,0 - 21,0)	61	5,8	(2,0 - 11,5)	31	1,1	6	0,5	2
1 semana	12,2	(5,0 - 21,0)	5,5	(1,5 - 10,0)	45	5,0	(2,0 - 17,0)	41	1,1	9	0,5	4
2 semanas	11,4	(5,0 - 20,0)	4,5	(1,0 - 9,5)	40	5,5	(2,0 - 17,0)	48	1,0	9	0,4	3
1 mês	10,8	(5,0 - 19,5)	3,8	(1,0 - 9,0)	35	6,0	(2,5 - 16,5)	56	0,7	7	0,3	3
6 meses	11,9	(6,0 - 17,5)	3,8	(1,0 - 8,5)	32	7,3	(4,0 - 13,5)	61	0,6	5	0,3	3
1 ano	11,4	(6,0 - 17,5)	3,5	(1,5 - 8,5)	31	7,0	(4,0 - 10,5)	61	0,6	5	0,3	3
2 anos	10,6	(6,0 - 17,0)	3,5	(1,5 - 8,5)	33	6,3	(3,0 - 9,5)	59	0,5	5	0,3	3
4 anos	9,1	(5,5 - 15,5)	3,8	(1,5 - 8,5)	42	4,5	(2,0 - 8,0)	50	0,5	5	0,3	3
6 anos	8,5	(5,0 - 14,5)	4,3	(1,5 - 8,0)	51	3,5	(1,5 - 7,0)	42	0,4	5	0,2	3
8 anos	8,3	(4,5 - 13,5)	4,4	(1,5 - 8,0)	53	3,3	(1,5 - 6,8)	39	0,4	4	0,2	2
10 anos	8,1	(4,5 - 13,5)	4,4	(1,8 - 8,0)	54	3,1	(1,5 - 6,5)	38	0,4	4	0,2	2
16 anos	7,8	(4,5 - 13,0)	4,4	(1,8 - 8,0)	57	2,8	(1,2 - 5,2)	35	0,4	5	0,2	3
21 anos	7,4	(4,5 - 11,0)	4,4	(1,8 - 7,7)	59	2,5	(1,0 - 4,8)	34	0,3	4	0,2	3

Número de leucócitos em mil/mm³. Neutrófilos incluem bastonetes e pequeno número de metamielócitos e mielócitos nos primeiros dias de vida. Dallman, 1977, p. 1178.

Desta forma para melhor compreender os valores hematológicos de referência para população jovem americana, foi realizada pesquisa pelo *United States National Health e Nutrition Examination Survey* (NHANES III) que investigou

os fatores de idade (9 grupos de idade: 10-14, 14-18, 18-25, 25-35, 35-45, 45-55, 55-65, 65-75, >75 anos), sexo e raças diferentes. Constatou-se que as mudanças nos valores variam de acordo com idade e sexo. Mas os autores ressaltam que além desses fatores, outros pontos podem estar associados à saúde, como obesidade, pressão diastólica >100 mmHg, fumo, bebida alcoólica, anemia, concentração de glicose > 126 mg/dl, magreza excessiva (IMC < 8) (CHENG et al., 2004).

Taylor et al. (1997), ao avaliarem escolares de 4 a 19 anos, na contagem dos três principais componentes do sangue, identificaram que até os 12 anos de idade o aumento foi semelhante entre os sexos; porém divergiu depois da fase puberal, em que as meninas apresentaram maiores valores na contagem das plaquetas do que os meninos. Assim como as células da linhagem branca do sangue (linfócitos, eosinófilos, e basófilos) também tiveram suas diferenças entre os sexos, aumentando com a idade, porém os neutrófilos e monócitos mostraram-se similares; quanto mais próximos da vida adulta, esta diferença se manteve (TAYLOR et al., 1997).

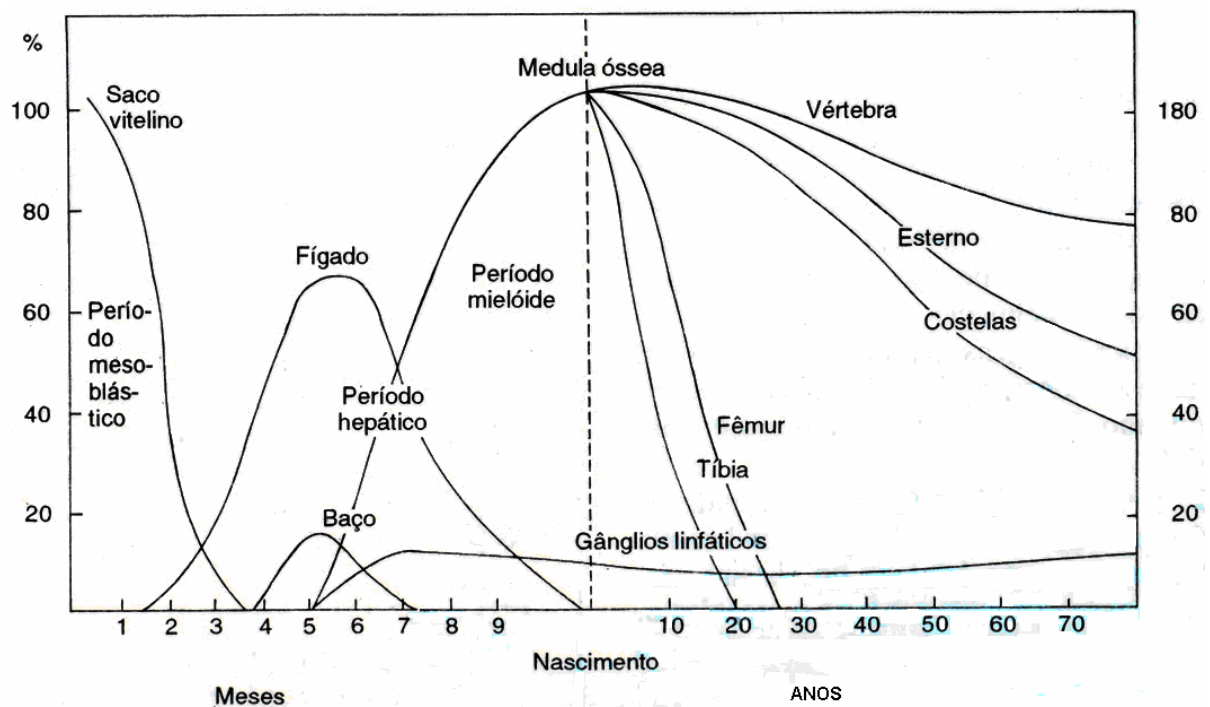
Essas mudanças da infância para adolescência até a vida adulta, muitas vezes são observadas na fase puberal, e podem ser explicadas pela ação dos hormônios de crescimento (GH) e esteróides sexuais que influenciam as células em geral, e em especial os parâmetros hematológicos (DUARTE, 1993; MALINA; BOUCHARD, 2002, p.331). Rapaport (1990, p.5) demonstrou que os hormônios testosterona e androgênicos estimulam a eritropoiese, formação sanguínea, potenciando seu efeito na estimulação e produção.

Diante desses fatos, o proporcional aumento de células durante o crescimento, os diferentes estímulos de liberação do GH e também a associação com diferentes estilos de vida, em especial a atividade física, podem promover alterações na formação celular sanguínea (GLEESON, 2006, p.38).

O sangue é formado a partir do processo altamente organizado chamado hematopoiese, com características dinâmicas para multiplicação, diferenciação e aparecimento de células maduras (ANJOS et al., 2000), a partir das células pluripotentes, dando origem às linhagens hemopoiéticas do sistema hematológico

(SH) e sistema imunológico (SI) (VERRASTRO et al., 1996, p. 3; AIRES, 1999, p.103; GANONG, 2000, p. 372).

A medula óssea é o microambiente, onde ocorre a proliferação, diferenciação e maturação da formação celular hematopoiética, gerando a família dos eritrócitos e leucócitos, com produção em torno 10^{12} células sanguíneas/dia/kg (ANJOS et al. 2000). A medula está contida no interior das trabéculas dos ossos como a tíbia e fêmur que, segundo Balestieri (2006, p. 32), mantém sua funcionalidade celular até por volta dos 25 anos de idade. Assim como nas vértebras, no osso esterno e nas costelas essa formação perdura por mais tempo, porém vai diminuindo com o passar dos anos (VERRASTRO et al., 1996, p 4) (**Figura 1**).



Fonte: VERRASTRO, (1996), p.4.

Figura 1. Celularidade da medula óssea relacionada à idade.

A estrutura medular é constituída por um tecido esponjoso mole, com seios venosos ramificados, revestidos por células endoteliais, que regulam a entrada e saída das células, assim como um arcabouço de reticulina para sustentação e

As células mielóides são precursoras dos granulócitos, macrófagos, células dendríticas, mastócito (JANEWAY et al., 2002, p.23), hemácias, neutrófilos, monócitos, eosinófilos, basófilos e plaquetas que contém unidade formadora de colônia de granulócitos, eritrócitos, monócitos e megacariócitos - UFC-GEMM (BALESTIERI, 2006, p. 36).

As células progenitoras linfóides dão origem aos linfócitos, diferenciados em linfócitos B que, quando ativados, se diferenciam em células plasmáticas secretoras de anticorpos; linfócitos T expressos em classe ativa (citotóxica) e a classe auxiliar que ativam outras células, como os linfócitos B e macrófagos (JANEWAY et al., 2002, p.23).

Em alguns casos, as hemácias, leucócitos, e plaquetas podem ser formadas fora da medula óssea, chamada de hematopoiese extracelular, geralmente localizados no baço e fígado (RAPAPORT, 1990, p.2).

Todavia a diferenciação e maturação da formação de cada célula dependem de citocinas como: interleucinas (IL), o GM-CSF (*Granulocyte-monocyte colony-stimulating factor*), a eritropoetina (EPO) e trombopoetina (TBO) (Figura 1) (BALESTIERI, 2006, p.36).

Além disso, o sangue ainda é composto por outras substâncias protéicas existentes no plasma, que desempenham o papel de viscosidade sanguínea entre outras funções, como: a) albumina, responsável pela regulação osmótica, importante para viscosidade e transporte de várias substâncias como: lipídeos em geral, hormônios, aminoácidos, íons e drogas; as imunoglobulinas, direcionadas para o sistema de defesa do organismo (antígeno-anticorpo, processos infecciosos e inflamações); b) os fatores de coagulação do sangue; c) o fibrinogênio; d) os componentes do sistema do complemento; e) mais de 100 tipos diferentes de proteínas que são produzidas pelos hepatócitos (AIRES, 1999, p.102).

As células que estão em trânsito contínuo entre as mucosas, órgãos linfóides e tecidos linfóides associados a mucosas são responsáveis pela resistência natural do organismo (BALESTIERI, 2006, p.25); apresentam um período de vida relativamente curto quanto sua funcionalidade, sendo: glóbulos vermelhos (vida média de 120 dias); os glóbulos brancos (média de 7 dias); plaquetas (9 dias), o que

leva a permanente destruição, eliminação e substituição por novas células normais, o que determina-se como apoptose celular (VERRASTRO et al., 1996).

A apoptose é conhecida como morte celular programada ou morte celular natural, crucial ao tecido em remodelação, sendo induzida por estímulos externos; por exemplo, o exercício físico e interno como a própria ação fisiológica do organismo para manutenção celular (BALESTIERI, 2006, p.286). Este processo acontece para liberar as células mortas, quando há produção excessiva, e quando expressam algum defeito genético ou de desenvolvimento inadequado, assim como coibir a infecção de se alastrar para células sadias (JANEWAY et al., 2002, p.352).

2.2 Células do Sistema Hematológico

2.2.1 Eritrócitos

Os eritrócitos, também chamados de hemácias, são responsáveis pelo transporte da hemoglobina na circulação (GANONG, 2000, p.384). Sua gênese acontece por meio da medula óssea, desenvolvendo-se da seguinte forma: hemocitoblasto, depois eritroblasto basófilo, eritroblasto policromatófilo, normoblasto, reticulócito e por fim em eritrócito (RAPAPORT, 1990, p.157).

É, portanto o transportador da hemoglobina, substância que representa 90% do volume sólido dos eritrócitos; é responsável pelo transporte de oxigênio dos pulmões para todos os tecidos capilares, assim como da retirada de dióxido de carbono (CO₂) dos tecidos para serem eliminados pelas vias aéreas (LORENZI, 1999, p.113).

A produção dos eritrócitos é dependente das variações das pressões do oxigênio; a sua quantidade na circulação varia conforme a idade, sexo, atitude (VERRASTRO, 1996, p.19-20).

Através dos valores de referência da série vermelha, é possível identificar um dos principais problemas de saúde, a anemia (RAPAPORT, 1990, p.11),

principalmente na adolescência, que atinge em média 20% desta população (FUJIMORI et al., 1996, citado por FRUTOSO, 2003).

2.2.2 Leucócitos

Os leucócitos são conhecidos como a linhagem de células brancas do sistema hematopoiético, responsáveis pela defesa interna do organismo. São representados pelos linfócitos, leucócitos polimorfonucleares (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) e monócitos (JANEWAY et al., 2002; p.726). Estes se diferenciam quanto à presença ou ausência de grânulos no citoplasma, tendo desempenhos morfológicos e funcionais distintos (LORENZI, 1999, p.127).

No sistema circulatório normalmente existem de 4.000 a 10.000 leucócitos por microlitro (μ l) (Quadro1); desta família, os granulócitos (leucócitos polimorfonucleares, PMN) estão em maior número (GANONG, 1999, p.345).

Os eosinófilos são células do grupo especializado da família dos leucócitos (ROIT; BROSTOFF; MALE, 1999, p.5) que contêm granulações específicas maiores do que os neutrófilos, com características importantes contra parasitas multicelulares (LORENZI, 1999, p.131). Essa célula apresenta núcleo bilobulado com grânulos com duas regiões: central (contém a principal molécula citotóxica, proteína básica principal (MBP)); matriz do grânulo (contém as proteínas catiônicas dos eosinófilos (ECP), a peroxidase do eosinófilo (EPO), a neurotoxina do eosinófilo (EDN), essas estão presentes na MBP) (ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2003, p.94).

No sangue, o percentual do eosinófilo é baixo, em média é de 3% (RAPAPORT, 1990, p.164), e segundo Verrastro et al. (1996, p. 21) de 2 a 4%; mas podem aumentar em situações graves, chegando à variação de 0 - 7,8% dos linfócitos circulantes (BALESTIERI, 2006, p.26).

Essas células são freqüentemente acumuladas em locais de invasão de tecidos por vermes ou de reação alérgica tissular (RAPAPORT, 1990, p.164), sendo proeminentes na inflamação associada à asma “atópica”, rinite e dermatites (LIU, 2006).

Sua liberação ocorre pelas proteínas tóxicas do grânulo, da espécie reativa do oxigênio, das citocinas, e dos mediadores de lipídios, contribuindo contra ferimentos dos tecidos, na parede vascular, mucosa de secreção, da contração da musculatura (KITA, 2003, citado por LIU et al., 2006), e parasitas muito grandes para serem fagocitados (GANONG, 1999, p. 373).

Além disso, possui atividade imunorregulatória (imunidade adaptativa), participando do processo de formação da célula T, através da liberação de mediadores solúveis de citocinas como IL-4 e IL-18 (LIU et al., 2006).

Os basófilos são considerados as maiores células efetoras da inflamação alérgica, originárias de moléculas acessórias (CD⁺34) da medula óssea, sendo geralmente encontradas na circulação na porcentagem de 0,2 a 1% do número total de leucócitos (TRIGGIANI; MARONE, 2006). Já Balestieri (2006) aborda a porcentagem no sangue é de 0,5% (zero a 1,8%) e Verrastro et al. (1996, p. 21) de zero a 1%.

Os basófilos apresentam núcleo de forma irregular, sem divisão com lóbulos e grandes granulações (LOZENZI, 1999, p.131; BALESTIERI, 2006, p.27). Sua função é liberar diferentes mediadores como a histamina, que aumenta a permeabilidade vascular nos eventos inflamatórios e está associada na maioria das vezes com heparina, leucotrienos (LTC₄, LTD₄, LTE₄) e as prostaglandinas (PG_s) (TRIGGIANI; MARONE, 2006; BALESTIERI, 2006, p.27), que têm função similar à do mastócito (JANEWAY et al., 2002, p.713); têm, no entanto, apenas algumas horas de sobrevida na circulação (RAPAPORT, 1990, p.165).

Quanto aos linfócitos, estes são formados de células precursoras da medula óssea, produção que acontece desde o nascimento, através do timo, fígado fetal, gânglios linfáticos, do baço e grupamentos linfóides, como as placas de Peyer e amígdalas, representando uma porcentagem de 90% do total de células neste meio (GANONG, 1999, p.376; LORENZI, 1999, p.140; ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2003, p.13).

Estas células são quase desprovidas de grânulos, e sua porcentagem na circulação quando maduras atinge em média 30%; Verrastro et al. (1996, p. 21) apontam valores de 20 a 30%; no entanto isto difere conforme condições fisiológicas

(idade, sexo) ou patológicas (estímulo antígeno, proliferação benigna ou maligna) (LORENZI, 1999, p.140).

Existem dois tipos de linfócitos (T e B) responsáveis pela imunidade adaptativa (JANEWAY et al., 2002, p.727), que são distintos quanto à sua funcionalidade, mas morfologicamente semelhantes, atuando sempre em sincronia contra os antígenos, em conjunto com as células "*Natural Killer*", com a função de matar a célula tumoral e infectada, ou seja, a mesma função do linfócito T citotóxico (GANONG, 1999, p.379; BALESTIERI, 2006, p.28).

O linfócito T se desenvolve no timo (timo-dependente), subdividido em citotóxico ou citolítico (20 a 25%), auxiliar ou *helper* (50 a 60%,) e de memória, encarregados pela imunidade celular (BALESTIERI, 2006, p.30). Sua ativação não é imediata, sendo dependente de receptores na sua membrana celular, que reconheçam o antígeno e ativem macrófagos, linfócitos B e linfócitos T citotóxicos, produzindo anticorpos (GANONG, 1999, p.379; LORENZI, 1999, p.140).

A resposta mediada pelas células T é extremamente efetiva no mecanismo de defesa contra agentes intracelulares, como vírus, protozoários, fungos e bactérias intracelulares. As células T podem exercer sua função através da citotoxicidade mediada por moléculas acessórias ($CD8^+$) ou através da secreção de citocinas que vão ativar macrófagos para destruir os agentes intracelulares (MACHADO et al., 2004).

Já os linfócitos B (bursa-simile-dependente) se desenvolvem na própria medula óssea com auxílio de células estromais (JANEWAY et al., 2002, p.248), representando de 10 a 15% dos linfócitos. Essa célula se diferencia em célula plasmática (progênie do linfócito B) e célula B de memória, encarregada da imunidade humoral. No interior dos linfócitos as imunoglobulinas estão contidas; a sua secreção é para adquirir a forma dos plasmócitos, os principais produtores de antígenos, especializados na defesa do organismo (LORENZI, 1999, p.140).

O tempo de sobrevivência para a célula T é de alguns meses, podendo chegar até 20 anos, dependendo da família deste linfócito, mas podem ter vida curta, como as células B; isto vai depender de antígenos a serem combatidos (LORENZI, 1999, p.142).

O monócito também é derivado da medula óssea, tendo como precursor os monoblasto, depois o promonócito, até chegarem à maturidade celular. Ele é precursor do macrófago e de células fagocíticas (RAPAPORT, 1990, p.165; LORENZZI, 1999, p.132). Este processo da formação até a maturação perdura 72 horas, porém se desconhece o tempo de sobrevivência; estima-se em três meses (GANONG, 1999, p.375).

Esta célula se caracteriza por sua forma redonda, núcleo ovalado em forma de rim, com nucléolo, e citoplasma agranular abundante (LORENZZI, 1999, p.132). A presença deste componente no sangue é de 6,5% (2,4 a 11,8%) (BALESTIERI, 2006, p.28) e conforme Verrastro et al. (1996, p.21) 4 a 8%.

A função do monócito é participar na defesa do organismo e nas reações homeostáticas como: fagocitose de certos microorganismos; processamento de antígeno para apresentação dos linfócitos; e secreção de substâncias solúveis (monocinas) com atividade de interleucina e ativação do fator de necrose tumoral (TNF α) que leva a caquexia (RAPAPORT, 1990, p.166).

Os mielócitos e metamielócitos fazem também parte da família dos linfócitos, mas não se apresentam em grande quantidade nas vias periféricas circulatórias, se não forem estimuladas por alguma ação de estresse interno ou externo (ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2003, p. 45).

Os mielócitos apresentam núcleo com grande quantidade de grânulos; os metamielócitos apresentam núcleo menor e com menos quantidade de grânulos, com aspecto reniforme, aderido em parte à membrana citoplasmática (ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2003, p. 47).

Os neutrófilos são a principal categoria de células brancas no sangue periférico; especializados na primeira linha de defesa do organismo com a funcionalidade microbicida de fagocitar elementos estranhos ao organismo como partículas de bactérias (JANEWAY et al., 2002, p.729).

Os neutrófilos contêm em seu núcleo geralmente duas a cinco granulações específicas podem ser caracterizados como trilobulado ou multilobulado (JANEWAY et al., 2002, p.729; BALESTIERI, 2006, p.26).

A forma adulta dos neutrófilos é denominada de segmentado (Sg) e correspondem de 50 a 60% dos leucócitos circulantes (LORENZI, 1999, p.129-131), segundo Balestieri (2006, p.26) corresponde de 34,6% a 71,4 % e Verrastro et al. (1996, p. 21) 60 a 65%. Destes segmentados, os bastonetes (*Bf*) são as células mais jovens dos neutrófilos (corresponde a 10% dos segmentados e 5 a 6% dos linfócitos circulantes) (LORENZI, 1999, p.130). A meia vida dos neutrófilos é de 6hs, sendo necessário diariamente de 100 milhões de neutrófilos.

2.2.3 Plaquetas

As plaquetas são fragmentos celulares pequenos do sangue, importantes no processo da coagulação sanguínea, e formadas a partir dos megacariócitos (JANEWAY et al., 2002, p.730). Esta célula é o primeiro componente do sistema hemostático a se mobilizar quando ocorre lesão vascular, no sentido de estancar o sangramento (DUSSE, 2002).

Assim como, as plaquetas influenciam no processo de liberar mediadores inflamatórios, quando ativadas durante a trombogênese ou por complexo antígeno-anticorpo (ROIT; BROSTOFF; MALE, 1996, p.5).

A quantidade de plaquetas circulantes representa 2/3 do total no indivíduo, e 1/3 é liberado pelo baço, em que sua quantidade aproximada considerada como norma está na faixa de 200.000 a 500.000 células/ μ l (GANONG, 2000, p.374; AIRES, 1999, p.117).

2.3 Sistema Imunológico

A imunidade representa proteção contra doenças infecciosas, e suas células representam o sistema imune e suas ações sempre coletivas, as respostas imunes (ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2003, p.3).

O sistema imunológico é constituído de células imunes e de células acessórias que se organizam em diversos tecidos, interpostas por uma trama de

fibras reticulares, células reticulares e capilares linfáticos, além das vênulas endoteliais altas (BALESTIERI, 2006, p. 25).

Este sistema é distribuído em quatro famílias: sistema granulocítico polimorfonuclear; sistema fagocítico mononuclear; sistema linfático; e sistema de células dentríticas (BALESTIERI, 2006, p.25).

A funcionalidade de cada célula é devida à presença de granulócitos que caracteriza cada célula da linhagem do SI, e é ao mesmo tempo importante na função de defesa. Assim, atua no processo de fagocitose, eliminando muitos tipos de microorganismos, como também agindo na reação inflamatória de todos os tecidos do organismo (RAPAPORT, 1990, p.157), entre esses, a massa muscular e outros tecidos utilizados durante o momento de estresse, onde podemos inserir o exercício (NIEMAN; NEHLSEN-CANNARELLA, 1991; SMITH, 1991; PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000; MALM et al., 2000; TRICOLI, 2001; CLEBIS; NATALI, 2001).

Sua grande eficiência está na habilidade no combate e resistência contra quatro grandes microorganismos invasores e causadores de doenças ou patógenos que podem levar a infecções: vírus, bactérias, fungos patogênicos e parasitas (JANEWAY et al., 2002, p.21). O SI atua também contra agentes estranhos, antígenos, sendo responsável pela “limpeza” do organismo através da retirada de células mortas, da renovação de determinadas estruturas e da rejeição de enxertos do RNA mensageiro (ABUL; LICHTMAN; POBER, 1994, p.13; BALESTIERI, 2006, p.3).

Assim, a defesa do organismo é responsável pelo SI que compreende dois tipos de mecanismos de resposta, que atuam em conjunto de forma efetiva: a imunidade natural ou inata e, a imunidade adquirida ou adaptativa e a imunidade complementar (GANONG, 2000, p.377; JANEWAY; MEDZHITOV, 2002).

A imunidade natural é essencial para o sistema como um todo, evolui e reconhece receptores de bactérias, sendo a primeira linha de defesa contra infecções, ligando-se aos microorganismos. Englobam estes agentes e os destroem (GANONG, 2000, p.377); no entanto estas células não se alteram mediante exposição de agentes infecciosos (ROIT; BROSTOFF; MALE, 1996, p.2). Por fim, é

dependente de um grupo de leucócitos, que compreende as células fagocitárias, como os monócitos, macrófagos e neutrófilos polimorfonucleares (ROIT; BROSTOFF; MALE, 1996, p.2; JANEWAY et al., 2002, p. 21).

A imunidade adaptativa é mais lenta e altamente específica e depende das células brancas, em especial dos linfócitos que, a partir de receptores de antígenos, desencadeia mecanismos específicos (JANEWAY et al., 2002, p.21) atuantes no sistema de clones dos linfócitos T e B (GANONG, 2000, p.379; JANEWAY; MEDZHITOV, 2002). A principal característica desta linha de defesa é a memória e especificidade destas células (ROIT; BROSTOFF; MALE, 1996, p.2).

Os linfócitos B combatem patógenos extracelulares pela liberação de anticorpos (molécula específica), que reconhece o antígeno. O linfócito T tem ampla variedade de atividades, como o controle do desenvolvimento do linfócito B, produção de anticorpos e interação com células fagocitárias (imunidade inata) (ROIT; BROSTOFF; MALE, 1996, p.2).

Existem dois componentes da resposta adaptativa: a humoral, importante contra infecções bacterianas e, a celular, que age contra vírus, fungos, algumas bactérias e determinados hospedeiros de tumor (GANONG, 2000, p.379). Em muitos, casos a resposta imune confere imunidade protetora contra reinfecções pelo mesmo agente infectante, caracterizando a memória de resposta imunológica (WENG, 2006).

Outros elementos do sistema de defesa participam do processo do SI contra agentes infecciosos, tais como: os queratinócitos que secretam inúmeras citocinas; dessa forma ativa, recruta células inflamatórias e linfócitos para a pele; a célula de Langerhans, que exerce o papel preventivo do território cutâneo, fagocitando partículas protéicas, vírus, bactérias ou qualquer outro microorganismo invasor (MACHADO et al., 2004).

Após este processo, essas células migram para o linfonodo, que são componentes essenciais do SI, para a apresentação antigênica dos linfócitos, dando início ao desenvolvimento da imunidade adaptativa (MACHADO et al., 2004). Nas crianças e até mesmo nos adolescentes, esta ação é relativamente maior do que

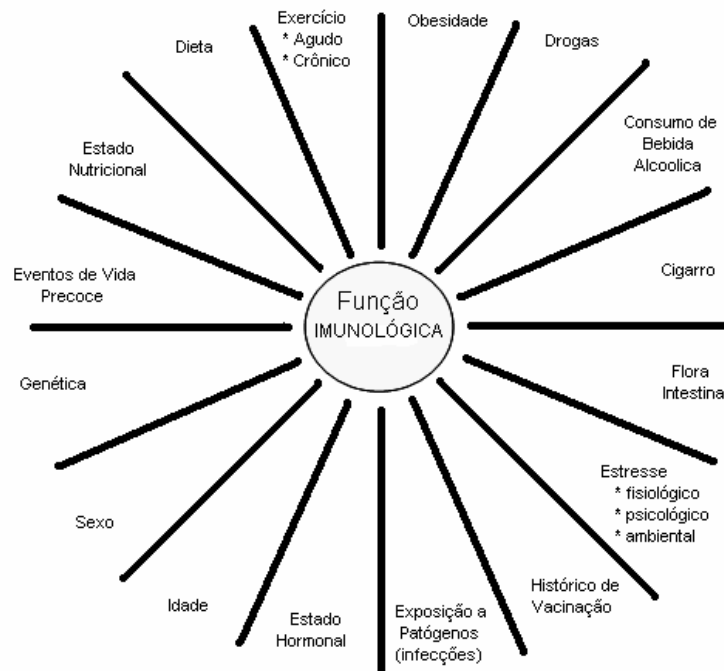
nos adultos, pois o processo de hiperplasia aumenta o volume muito mais rápido para indivíduos jovens (NATHAN; OSKIN, 1998, p.238).

O sistema complementar, que recebe a nomenclatura da letra C com um número, de acordo com sua descoberta (ex: C1 são unidades de reconhecimento), é formado por proteínas ativadas em cascata, pela via clássica associada a moléculas de imunoglobulina (IgB e IgM) ou pela via alternativa, que é acionada diretamente pelos antígenos. Sua função é de lise (proliferação) celular, a opsonização (expressar receptores), o desenvolvimento do processo inflamatório e a retirada de complexos imunes da circulação (BALESTIERI, 2006, p.328).

Diante desta exposição e da grande complexidade do SI, o número de ameaças a infecções sobre os indivíduos é bem superior aos que apresentam realmente a doença ou problemas de saúde, indicando que a maioria das pessoas tem condições de extinguir esses microorganismos, impedindo a progressão da infecção (MACHADO et al., 2004).

Contudo, quando há deficiências imunológicas causadas por fatores externos (**Figura 3**) (GLEESON, 2006, p.37), que atingem a imunidade inata e/ou adaptativa, estas podem estar fortemente associadas com aumento de susceptibilidade a infecções e imunodepressão (MACHADO et al., 2004; BALESTIERI, 2006, p.48).

Entre os fatores que podem influenciar o SI, a idade se destaca, pois há inicialmente uma ascendência da função imune até a fase adulta e posteriormente uma baixa desta funcionalidade, quando o indivíduo vai se tornando mais velho (TIMMONS, 2005; WOODLAND; MARCIA, 2006; SOLANA et al., 2006). Tais evidências se concretizam, pois, por volta dos 50 aos 65 anos, há uma diminuição média de 30% a 50% na celularidade da medula óssea, resultando no aumento da morbidade e mortalidade (VERRASTRO et al., 1996, p.4; GLEESON, 2006, p.37).



Fonte: GLESSON, 2006, p. 28.

Figura 3. Fatores que afetam a função imunológica.

Além disso, este declínio funcional do sistema de defesa também pode ocorrer por causas multifatoriais, ainda pouco confirmadas, tais como: influências hormonais, dos progenitores de células hematopoiéticas envolvidas com células vizinhas, os fatores ambientais e estilo de vida (PAWELEC et al., 2005; GLEESON, 2006, p.36).

O estilo de vida relacionado a fatores fisiológicos levantam observações quanto ao nível de estresse físico ou psicológico, que envolve indivíduos jovens e adultos; deste envolvimento há forte ligação com psiconeuroimunologia, que causa mudanças fisiológicas, normalmente negativas, associadas de forma bidirecional ao sistema imunológico (GLASER; KIECOLT-GLASER, 2005).

Não obstante estas influências, o SI na sua amplitude funcional, por meio do estilo de vida atual, aponta questionamentos quanto à sua evolução e abrangência. Futuras pesquisas com indivíduos saudáveis e/ou doentes (BALKWILL, 2005) vêm sendo realizadas nas diversas áreas da saúde pública. Desta forma, a área da atividade física e saúde são permeadas por estes fatores que se difundem para a função bidirecional do SI.

2.3.1 Puberdade: relação do Sistema Imunológico e Sistema Endócrino

A puberdade implica o processo de amadurecimento do indivíduo, regulado pelo relógio biológico, que se inicia num determinado período e perdura diferentemente de indivíduo para indivíduo até atingir o estado adulto (MALINA; BOUCHARD, 2001, p. 223).

A duração deste período maturacional é variável entre os adolescentes; uns começam precocemente e outros tardiamente; isto é decorrente de fatores hormonais que vão determinar a velocidade de crescimento e desenvolvimento da infância para a adolescência até atingir a vida adulta (MALINA; BOUCHARD, 2001, p.241).

Comumente assume-se que o crescimento, desenvolvimento e processo maturacional corporal são influenciados geneticamente, mais especificamente pelo genótipo; por sua vez, a grande variabilidade genética aumenta ainda mais as diferenças entre os indivíduos (MALINA; BOUCHARD, 2001, p.289, 297; BANERJEE; CLAYTON, 2007).

Em vista disso, o fenômeno da maturação é resultado significativo da variância da secreção hormonal pelas glândulas endócrinas, (MALINA; BOUCHARD, 2001, p.311). Entre as muitas localizações anatômicas dessas glândulas o timo é quem exerce o estabelecimento funcional do sistema imunológico (MARCHETTI et al., 1990).

O sistema imunológico é automodulador e tem associação recíproca do controle dos sistemas endócrino e nervoso central (WILSON et al., 2003). Exemplo dessa relação é quando a glândula tiróide esta desregulada (hipertireoidismo) e desta forma a contagem de células brancas apresenta modificações, como: diminui o número de neutrófilos; aumenta o número de linfócitos e monócitos, eosinófilos (LARSEN et al., 2003, p.429).

Assim, com os hormônios apresentando ações basicamente regulatórias no organismo, estes são categorizados como de integração, manutenção e morfogênese, responsável pela maturação e crescimento do indivíduo, tendo a hipófise como principal glândula (MALINA; BOUCHARD, 2002, p. 312).

Esta glândula, dividida em lobo anterior e posterior, regula o crescimento e maturação dos indivíduos através da anterior, secretando a somatotropina (GH), a corticotropina (ACTH), a tiotropina (TSH), e três gonadotrofinas (FSH, LH e hormônio luteotrópico) (AIRES, 1999).

No período da infância para adolescência, o conteúdo hormonal aumenta porém com variâncias, na amplitude e frequência de pulso de forma distinta entre os indivíduos, como também para cada período da vida (BANERJEE; CLAYTON, 2007).

Desta forma, com uma série de eventos, que ocorrem na puberdade através dos fatores externos e comportamentais (COE, LAUDENSLAGER, 2007), os fatores internos, além de receber estas influências, também modificam as secreções de neurotransmissores, neuropeptídios e hormônios, concomitantemente alteram a expressão das células do sistema imunológico (BALESTIERI, 2006, p. 459).

A relação da secreção das células brancas, neste período, pode ser explicada inicialmente pela ação da maior secreção do GH, que é considerado um dos principais hormônios neste período, no qual apresenta picos se secreção variados, porém maiores durante a puberdade (MALINA; BOUCHARD, 2001, p. 314). O GH, quando apresenta deficiência em sua secreção, influencia a redução na produção das células da medula óssea e do timo, assim como na função reduzida da produção de anticorpos; entretanto quando este está em pico de secreção, as respostas imunológicas são positivas (BALESTIERI, 2006, p.463).

Entre esta ação de secreção hormonal, a tiróide que estimula a tiroxina tem sua ação periférica, mas cabe ressaltar que os efeitos do GH são insignificantes na ausência da tiroxina (MALINA; BOUCHARD, 2001, p. 316). A tiroxina envolve muitos parâmetros do crescimento, mas com relação ao SI, o TSH tem correlação com o aumento da produção de antígenos T - dependentes, como também o TSH e T4 na maturação das células *Natural killer*, interleucina-2 e TNF- γ (BILBO; NELSON, 2001).

Outro homônimo bastante secretado durante o período pubertário é o ACTH, essencial no crescimento e maturação (MALINA; BOUCHARD, 2001, p. 316); contudo seu primeiro efeito para com o SI é indireto pela indução da biossíntese de

esteróides do córtex da adrenal (cortisol), causando efeito supressor na produção de anticorpos (BALESTIERI, 2006, p.461). Já as endorfinas e encefalinas que também são produzidas pelo ACTH, e comumente são liberadas pelo exercício físico (ACSM, 2003) e quando em baixas doses aumentam a resposta imune, e em alta quantidade causam efeito contrário (BALESTIERI, 2006, p.461).

Com tantas alterações corporais decorrentes das ações hormonais, as gônadas também causam modificação no peso dos testículos e ovários; isto promove a maturação para os meninos das células intersticiais produtoras de testosterona e para as meninas dos folículos produtores de estrogênio e progesterona (MALINA; BOUCHARD, 2001, p. 321). A resposta hormonal aumentada das gônadas corresponde a uma maior proliferação de células como linfócitos e interleucina 1 e 2 (ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2003).

Através do aumento dos testículos e ovários, os hormônios esteróides igualmente aumentam sua secreção neste período (YOUNG; ALTEMUS, 2004), em que a produção de estrógenos, principalmente nas mulheres, irá propiciar resposta imunológica primária e secundária mais vigorosa, mais anticorpos e mais citocinas pró-inflamatórias (BILBO; NELSON, 2001) e a progesterona causa efeito imunossupressor e antiinflamatório local, inibindo também os precursores dos macrófagos e neutrófilos na medula óssea (BALESTIERI, 2006, p. 465). Já os andrógenos, quando secretados pelos testículos e adrenais em mulheres e homens, em especial o deidroepiandrosterona (DHEA) (WILSON, 2003, p.3), apresentam relação positiva com macrófagos e linfócitos T nos órgãos periféricos (BALESTIERI, 2006, p. 465).

Em virtude dessas diferenças hormonais repercutindo na variação do SI, meninos e meninas apresentam diferenças aparentes em um contexto geral; desta forma os fatores comportamentais, entre esses o exercício, poderão nortear ainda mais estas diferenças entre os sexos (COE; LAUDENSLAGER, 2007).

2.4 Atividade Física e Aptidão Cardiorrespiratória na Adolescência

Os primeiros estudos sobre atividade física surgiram no século passado para melhor entender o cotidiano dos atletas; no entanto a partir da década de 20, os fisiologistas começaram a investigar e publicar observações sobre o princípio das adaptações do organismo ao esforço físico (NAHAS, 2003, p.32).

Hoje, na vasta literatura, se reconhecem as alterações fisiológicas funcionais, estruturais e metabólicas advindas de atividades físicas regulares de cunho moderado e intenso (BLAIR, et al., 2004), como também de baixa intensidade para todas as idades (LeMURA, 1999).

Neste tocante, sabe-se que os princípios que regem as respostas dos organismos ao exercício são os mesmos para adultos e jovens, mas particularidades devem ser atribuídas aos jovens quanto ao seu desenvolvimento como um todo na puberdade (SBME⁴, 1998).

Para melhor compreensão do que é atividade física, Caspensen et al. (1985) citado por ACSM (2003, p.4) definem a atividade física como qualquer movimento corporal voluntário, produzido pela musculatura esquelética que resulta num gasto (dispêndio) energético acima dos níveis de repouso. O exercício é classificado como subclasse da atividade física realizada de forma planejada e estruturada, com objetivo de desenvolver capacidades físicas (ACSM, 2003, p.4).

Entre as capacidades a serem desenvolvidas estão a aptidão cardiorrespiratória, a força e a flexibilidade, como também habilidades motoras são importantes para serem desenvolvidas na infância e adolescência (SBME, 1998; BLAIR et al., 2004; WROTONIAK et al., 2006).

Nahas (2003, p.218) considera que uma vida saudável começa na infância através de boa alimentação, atividade física variada e regular, cuidados adequados, e ambientes sociais e familiares estimuladores e é nesta fase de desenvolvimento acelerado, que se molda o futuro adulto tanto morfológico quanto funcional.

Tal averiguação é também demonstrada na literatura, porquanto estes hábitos de vida incorporados na adolescência são transferidos para a vida adulta (PATE et al., 1995). Guedes et al. (2001) citam dois estudos de caráter longitudinal,

⁴ Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte

demarcando esta predisposição para vida sedentária (GLENMARK et al., 1994; RAITAKARI et al., 1994).

Existem, no entanto, padrões mínimos recomendados de atividade física para a população jovem, para satisfazer as necessidades diárias em obter fundamental adaptação cardiorrespiratória e neuromuscular, assim como na prevenção contra enfermidades (POLLOCK; WILMORE, 1993, p.96; ACSM, 2003, p.8).

Perguntas de fato são contraditórias na literatura; o exercício para todas as idades, em sua global atuação, combate a redução do risco cardiovascular; reduz morte prematura por múltiplas causas; previne o desenvolvimento da obesidade; controla o fator de risco de dislipidemias; previne o controle a diabete; posterga e controla o desenvolvimento da hipertensão arterial; aumenta a funcionalidade do sistema imunológico (NOTTIN et al., 2002; GUTIN; BARBEAU, 2003, p.251; NAHAS, 2003, p.130; ACSM, 2003, p.8; SBC⁵, 2006, p.20; GUEDES et al., 2006; PEDERSEN; FISCHER, 2007).

Além disso a prática de exercício regular auxilia no controle do peso corporal, no desenvolvimento e manutenção e troca na estrutura celular dos tecidos e leva à alteração adequada de secreção hormonal durante a prática de exercícios (CANALI; KRUEL, 2001). Promovendo desta forma o bemestar físico associado com o psíquico (NAHAS, 2003, p.130), com aumento das influências sociais (OSLER et al., 2001) e causa adaptações positivas no sistema imunológico (TIMMONS; TARNOPOLSKY; SNIDER; 2006; PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000).

Diante do exposto, pode-se caracterizar uma pessoa sedentária, quando o estilo de vida relacionado à atividade física é mínimo, ou quando o indivíduo não pratica atividades físicas no lazer, equivalente ao gasto energético inferior a 500 Kcal por semana (BLAIR et al., 2004).

Os fatores positivos e negativos acima levantados estão correlacionados com a estrutura genética, ação dos hormônios e nutrientes, que são parte integrante do crescimento e da maturação biológica de cada indivíduo (MALINA; BOUCHARD, 2001, p.351).

⁵ Sociedade Brasileira de Cardiologia

Em resumo, Sallis et al. (1992) resumiam os determinantes da atividade física para os adolescentes são os fatores biológicos, de desenvolvimento (genética, sexo); fatores psicológicos, socioculturais (família, socioeconômico) e fatores do ambiente físico (estações, tempo e espaço).

Portanto os níveis diários na prática de atividade física habitual em segmentos da população jovem têm-se tornado relevante tópico de interesse e de preocupação envolvente entre pesquisadores, em razão da estreita relação com aspectos determinantes para a área da saúde (GUEDES et al., 2001).

A variedade de atividades realizadas diariamente entre moças e rapazes deixa evidente que quanto maior a idade, menor é o tempo destinado à participação em atividades físicas e exercícios, e que geralmente estes níveis aumentam da infância até o início da adolescência e depois tendem a declinar (SBME, 1998; MALINA; BOUCHARD, 2001, p.352).

Pate et al. (1995) através do CDC⁶, afirmam que as crianças são mais ativas do que os adultos; estes níveis de atividade declinam, quando adolescentes e significativamente muitos jovens não praticam pelo menos o nível de atividade física desejada, tornando-se inativos.

Esta afirmação se confirma por outros estudos como de Riddoch et al. (2005) para a população de adolescentes europeus que, a partir do início da adolescência, os níveis e padrões de atividade física diminuem para ambos os sexos, principalmente nas meninas. Como também no estudo de Nelson et al. (2006), avaliando o comportamento de adolescentes americanos com o aumento do uso de computadores e tempo assistindo televisão e diminuição do tempo gasto com atividades físicas do início até o final desta fase jovem.

Indícios desta significativa proporção de jovens que apresentaram envolvimento insuficiente em programas regulares de atividade física foram constatados no estudo realizado na cidade de Londrina. Neste estudo não mais de 3,2% das moças e 25,8% dos rapazes atenderam a essas recomendações para promoção da saúde, acentuado o número de indivíduos insuficientemente ativos. As moças apresentaram maior comprometimento (GUEDES et al., 2002). Embora se

⁶ Centers for Disease Control and Prevention

trate de um estudo de amostragem regional, o autor coloca que os mesmos não estão sendo estimulados adequadamente, corroborando Patê, Davis e Robinson (2006).

Desta forma as circunstâncias socioculturais de cada região recebidas no dia-a-dia por este indivíduo em evolução, desencadeiam substituição de atividades mais vigorosas do cotidiano por atividades menos intensas fisicamente. Com a maior parte do tempo estudando, o convívio social, o mercado de trabalho, a disponibilidade pela tecnologia, o aumento pela insegurança, a progressiva redução dos espaços livres nos centros urbanos; redução nas oportunidades de lazer e vida fisicamente ativa favorece: atividades sedentárias de assistir televisão, jogar vídeo games, utilizar computadores resultando na diminuição da importância da prática de exercícios físicos (GUEDES et al., 2001; SBME, 1998).

Toda esta importância sobre a atividade física do adolescente para diminuir o sedentarismo e poder melhorar a aptidão física e o desempenho motor, esta também aperfeiçoa o crescimento e estimula a participação futura em programas de atividade física (BAR-OR, 1993; SHEPHARD, 1984, citado por MATSUDO; ARAÚJO, 1998)

Estas observações são significativas quanto ao estilo de vida atual da população jovem, comparada com os decênios passados, tais como diminuição do nível e padrão de atividade física similar para ambos os sexos, sobretudo nas meninas (RIDDOCH, 2005). Sallis, Prochaska e Taylor (2000) e Patê, Davis e Robinson (2006) afirmam que este estilo de vida pode estar ligado ao estímulo desses padrões de atividade abordados na própria escola, mas que está atualmente indo contra os padrões relevantes para esta população jovem.

Já os benefícios da prática de atividade física regular e riscos do sedentarismo são pontos distantes associados à saúde e ao bem-estar para todas as idades, e que são amplamente documentados na literatura (POLLOCK; WILMORE, 1993, p.39; NAHAS, 2003; CAMPOS; BRUM, 2004, p.86). No entanto há um grande número de estudos que envolvem sujeitos adultos e pouco se conhece com relação aos hábitos de prática de atividade física de adolescentes (SALLIS; PROCHASKA; TAYLOR, 2000).

Antes mesmo da puberdade, as características físicas para meninos e meninas são similares; portanto as oportunidades e habilidades físicas praticadas nos ambientes em que vivem são fortes influentes para explicar estas diferenças de gênero nos níveis e padrões de atividade física (WROTONIAK et al., 2006).

E durante a fase pré-pubertária e pubertária da maturação biológica pode haver diferenças consideráveis da idade cronológica, resultado das modificações ocasionadas pelo crescimento e desenvolvimento (MALINA, 1996).

Estudo realizado neste período de maturação verificou a baixa influência do nível de atividade física sobre morfologia externa dos jovens durante a maturação (FREITAS et al., 2004). No estudo de Ré et al. (2005), indivíduos em estágios diferentes não apresentaram diferença de desempenho motor. Entretanto cumpre considerar que para esta fase da vida ocorre o maior pico de desenvolvimento de aptidão física para cada estágio maturacional (PHILIPPARTS et al., 2006).

Os indicativos de modalidades de atividades que enfatizam esforços moderados apresentam maior probabilidade de serem adotados e mantidos ao longo da vida, comparado com atividades vigorosas (BLAIR et al.; 2004; PATE et al., 2006). Em vista disso, tais exigências nas modalidades durante esta fase pode transpor a não garantia da manutenção de hábitos de vida considerados saudáveis (NAHAS, 2003, p.46).

O *International Consensus Conference on Physical Activity Guidelines for Adolescents* (1994) recomenda aos adolescentes praticarem atividades físicas diariamente ou quase todos os dias, mediante jogos, brincadeiras, esportes, trabalho, transporte, recreação, educação física ou programas de exercícios físicos, no contexto familiar, escolar e atividades comunitárias (SALLIS; PATRICK, 1994). Como no cotidiano, os adolescentes deverão participar de três ou mais sessões por semana de exercícios físicos de movimento dinâmico de grandes grupos, com duração de pelo menos 20 minutos, e que requerem esforços físicos moderados a vigorosos que estimulem os batimentos cardíacos a 140bpm ou mais (SIMONS, 1988).

De certa forma existem determinantes da atividade física habitual que merecem destaque durante a infância e adolescência: meninos são mais ativos que

as meninas; mesmo antes dos 5 anos de idade, são mais condicionados fisicamente; indivíduos brancos são mais condicionados em nível cardiorrespiratório do que os indivíduos afro-americanos e americanos; que a atividade física habitual tende a declinar durante a adolescência, principalmente nas meninas; a confiança adquirida é ampliada para desempenhar novos exercícios; o convívio social, com os pais e parentes tem influência sobre os níveis de atividade física; os jovens são mais ativos durante o inverno; como também nos finais de semana em ambientes externos; as crianças são mais passíveis de envolvimento com atividades intermitentes do que continuadas (GUTIN; BARBEAO, 2003, p. 247).

2.4.1 Aptidão Cardiorrespiratória na Adolescência

Diante dos determinantes da atividade física na adolescência, a aptidão cardiorrespiratória merece destaque. Descobriu-se recentemente que, com a determinação do pico de velocidade de crescimento durante a maturação biológica, os adolescentes atingem seu pico de desempenho para muitas aptidões físicas, entre essas a aptidão cardiorrespiratória (PHILIPPAERTS et al., 2006). Desta observação, outra categoria é notável durante a adolescência, a maturação, que desencadeia uma série de transformações estruturais e comportamentais (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004, p.223).

Por meio de todos esses determinantes entrelaçados, Patê e Lonnet (1994) abordam que o condicionamento cardiovascular é fortemente relacionado com o nível de atividade física habitual, e que os aumentos sistemáticos das atividades resultam em melhoras na aptidão física.

Para a melhora e manutenção dos níveis desejados de aptidão cardiorrespiratória, há necessidade de fortalecer a musculatura cardíaca (coração), esquelética (fibras musculares), componentes do sistema cardiovascular (artérias e veias) e cardiorrespiratório (pulmões) são componentes de transportes dinâmicos importantes do produto da atividade física regular de cunho moderado e vigoroso (PATE et al., 1995; RIDDOCH; BOREHAN, 1995; MATSUDO; ARAUJO; MATSUDO, 1998; SALLIS et al., 2001; BLAIR et al., 2004; SANTRILLA et al., 2006;).

Neste tocante, a aptidão aeróbica é definida como a habilidade de fornecer oxigênio aos músculos e utilizá-lo para gerar energia durante os exercícios. Esta aptidão física depende dos componentes pulmonares, cardiovasculares e hematológicos (hemácias, hemoglobinas, hematócritos, e volume sanguíneo) no fornecimento de oxigênio e dos mecanismos oxidativos do músculo em atividade (POLLOCK; WILMORE, 1993, p.87; ARMSTRONG, 2006).

Mas o ACSM (2003, p.45,104) coloca que as atividades aeróbias são efetivas para desenvolver a aptidão cardiorrespiratória, e citada como capacidade de realizar um exercício dinâmico, de intensidade moderada a alta, por longos períodos, dependente do estado funcional do sistema respiratório, cardiovascular, e musculoesquelético e pouco influenciada pelos segmentos superiores do corpo.

Portanto a captação ou consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$), é a taxa mais alta de oxigênio que um indivíduo consegue consumir durante um exercício, é amplamente reconhecido como a melhor medida da aptidão aeróbica (ASTRAND; RODAHL, 1986). Tal medida é amplamente difundida, para se avaliar a aptidão aeróbia ou cardiorrespiratória para qualquer idade, pois está diretamente correlacionado com estado de saúde, uma vez que baixos níveis estão associados a malefícios. Desta forma, pode-se mensurá-la de forma direta ou indireta, de forma máxima ou submáxima (ACSM, 2003, p.46).

Para estes testes, os jovens raramente conseguem atingir o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, porque normalmente realizam exercícios de intensidade e duração por e períodos típicos de atividade física submáximos e de curta duração. Isto se deve a limitações estruturais do sistema cardiorrespiratório, em razão do reduzido tamanho desse órgão e de limitações bioquímicas para a produção anaeróbia de adenosina trifosfato (ATP) (RODRIGUES et al., 2006).

Portanto avaliar esta capacidade de captação e interpretá-la nesta população gera controvérsias quanto à sua aplicabilidade utilização do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ vs $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ou simplesmente $\dot{V}O_2$ e real classificação (ARMSTRONG, 2006).

Desta forma, Rodrigues et al. (2006) realizaram uma proposta inédita para população brasileira, com a classificação em cinco categorias do consumo de oxigênio para a faixa etária de 10 a 14 anos, de ambos os sexos, verificando a

necessidade desta classificação para jovens no Brasil (**Tabela 2**). Muitos estudos relatam valores já determinados para a população de adolescentes, sendo entre 44,2 mL.kg⁻¹.min⁻¹ para meninos e 58 mL.kg⁻¹.min⁻¹ para meninas na faixa etária de 6 a 12 anos (MALINA, 1974, citado por RODRIGUES et al., 2006; MAHON, 1998), como também de 47,7 mL.kg⁻¹.min⁻¹ para meninas de 12 a 14 anos e 49 e 52,1 mL.kg⁻¹.min⁻¹ para meninos de 13 a 14 anos (HEBERSTREIT et al., 1998; ALLOR et al., 2000; WILLIAMS et al., 2001; ERIKSSON et al., 1971, citado por RODRIGUES et al., 2006).

Portanto a avaliação do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ em adolescentes faz-se necessária, para que se possa padronizar a prescrição de exercício aeróbio dentro dos padrões desejáveis. Riddoch e Boreham (1995) sugerem que esta padronização pode ser classificada pelos valores de frequência cardíaca de baixa intensidade (120-149 bpm), moderada intensidade (150-169 bpm) e alta intensidade (maior que 169 bpm) para facilitar tal acompanhamento e prescrição do exercício, mas observações quanto ao nível de atividade física torna-se relevante

O ACSM (2003, p.96) e Blair et al. (2004) recomendam que as intensidades do exercício devam estar entre 55 e 55% a 90% da FC_{max} ou entre 40 e 50% a 85% da reserva de captação de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máxR}}$), que é a diferença do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e $\dot{V}O_2$ em repouso ou o mesmo calculo também para FC, resultando na medida de reserva (RFC).

Mas há ampla variação de trabalhos sobre a intensidade para aumentar e causar adaptação cardiorrespiratória em adolescentes; os indivíduos pouco aptos ou sedentários podem apresentar aumentos significativos com aplicação de intensidades de 40 a 49% da RFC ou de 55 a 64% da FC_{max} quando comparados aos seus pares mais ativos (CDC, 1997; ACSM, 2003, p.96; BLAIR et al., 2004). Porém Pollock e Wilmore (1993, p.101) destacam a classificação de intensidades para serem trabalhadas em exercício aeróbio e produzirem efeito positivo na capacidade cardiorrespiratória (tabela 3).

Mas questionamentos quanto ao tipo de atividade ou exercício, frequência e intensidade em que este deve ser realizado para proporcionar reais benefícios à saúde de adolescentes, ainda prevalecem (SILVA et al., 2001).

Tabela 2. Classificação da Intensidade do Exercício Aeróbio com duração de 30 a 60 minutos.

Classificação da Intensidade	FC _{max}	VO _{2max}
Muito Leve	< 35%	< 30 %
Leve ou Aguda	35 a 59%	30 a 49 %
Moderada	60 a 79%	50 a 74 %
Intensa	80 a 89%	75 a 84 %
Muito Intensa	≥ 90%	≥ 85 %

FC_{max}: Frequência Cardíaca Máxima

Fonte: POLLOCK; WILMORE, 1993, p 101.

Uma contradição na literatura pode ser observada, quando relata que o exercício aeróbio realizado três vezes por semana, com intensidade relativamente menor que 70% da frequência cardíaca máxima, promovem apenas ganhos significativos na aptidão física, mesmo em indivíduos mais novos (LeMURA et al., 1999). Epstein et al. (1999), entretanto sugerem que programas com intensidade de 50% da frequência cardíaca de reserva (FCR) são suficientes para promover ganhos significativos na potência aeróbia, mas há contradição quanto a esta afirmação. Exercícios aeróbios de baixa intensidade (50% FCR), por oito semanas, não se mostrou apropriado para ocasionar tais modificações (MASCARENHAS et al., 2006).

Mediante isto, cumpre aplicar trabalhos direcionados, tendo para os mais condicionados maiores percentagens de trabalho, para manter e até mesmo causar modificações nestes sistemas; realizando estímulos de 70 a 80% da FC_{max} ou 60 a 80% da RFC é suficiente para tal aprimoramento, se combinados com a frequência e duração dos exercícios (ACSM, 2003, p.96).

Estes níveis de trabalho devem ser ponderados para todos os indivíduos, principalmente nos jovens, considerando o nível de atividade física do indivíduo, a observação da FC, o risco de lesão cardiovascular e ortopédica, adesão aos programas de exercício, preferências individuais. Cada etapa adaptada pelo organismo, efetuada adequadamente, passa pelos estágios iniciais do programa, depois os estágios de aprimoramento, de manutenção (ACSM, 2003, p.102)

Contudo, com o envolvimento em atividades regulares, e melhoras na aptidão cardiorrespiratória, nota-se que exercícios de intensidade, duração e frequência

poderão provocar lesões musculoesquelética (POLLOCK; WILMORE, 1993, p.103). No entanto pouco se conhece sobre o grau de lesões em adolescentes inativos e até mesmo aptos fisicamente (PEDERSEN; TOFT, 2000).

De qualquer forma, estas lesões (alterações funcional, morfológica ou histoquímica) são uma constante na vida dos indivíduos praticantes de alguma atividade física, sendo mais freqüentes naquelas atividades com maior número de ações excêntricas, em decorrência do aumento da tensão muscular pelo alongamento das fibras musculares contra resistência, levando a graus de comprometimento (DUARTE, 1993, citado por CLEBIS, 2001).

A lesão é denominada de microtraumatismo, podendo ser assintomática ou que ocorra de forma constante (efeito somativo), quando os sinais de dano tecidual começam a surgir, denominado "*overuse*" (MATSUDO, 1990).

As fases da lesão podem ser descritas em estágios, começando pelo estágio zero, por meio de câimbras e pequenas contraturas musculares que seriam a disfunção muscular, mas sem lesão anatômica da fibra muscular, sendo claro que isto está relacionado com a freqüência de vários fatores, a exemplo a fadiga muscular. No estágio 1, ocorre a distensão muscular, ou seja, lesão reversível produzida pelo alongamento da fibra muscular ao grau máximo de elasticidade, sem chegar a ruptura parcial. Já em no estágio mais avançado (II), ruptura muscular parcial seria uma lesão anatômica abrangendo um número relevante de fibras, produzidas na maioria das vezes por uma contração máxima e com falta de coordenação entre a ação agonista e antagonistas dos músculos. E no estágio máximo (III) a ruptura muscular total é causada pela falta de sinergismo muscular ou de força-resistência de grande intensidade, observando-se uma depressão, dores intensas, impotência funcional (LOPES et al, 1993, p.708).

Para cada grau de lesão, tipos de contrações estão envolvidos, que vão determinar a quantidade de força envolvida; exemplo: as contrações excêntricas apresentam aproximadamente duas vezes mais força do que as contrações isométricas, mas o número de pontes cruzadas ativas é apenas 10% maior (FAULKNER et al., 1993, citado por TRICOLI, 2001).

Quando comparado com contração concêntrica, há um número reduzido de unidades motoras recrutadas, derivando numa tensão elevada na estrutura muscular, que caracteriza a alta intensidade, alto estresse mecânico da fibra muscular, devido à área de tensão de a secção transversa ativada ser maior (TRICOLI, 2001).

Apesar disso, o processo que desencadeia a lesão contém fatores como: fadiga muscular, como precursor de falhas do nervo motor, da junção neuromuscular, do sistema nervoso central e mecanismo contrátil, influência do íon cálcio; compostos reativos do oxigênio na quebra da homeostase; alimentação inadequada (CLEBIS, 2001).

Tricoli (2001) apresenta um modelo proposto por Armstrong (1984) e refinado pelo mesmo autor e colaboradores em 1991, para explicar o fenômeno da alta tensão exercida no músculo e o dano estrutural trazem a dor muscular tardia.

Em resumo, com a utilização de forças mecânicas elevadas (contração excêntricas) formam distúrbios nas proteínas estruturais da célula muscular e do tecido conectivo, somado isto a danos estruturais no sarcolema, e acompanhados pelo influxo de íons cálcio do interstício para o interior da fibra muscular, levando a níveis elevados de cálcio intracelular. Isto causa na mitocôndria um acúmulo desse íon, inibindo a respiração celular e a produção de energia, comprometendo a eliminação deste do seu interior. Tal sobrecarga precipita uma fase autogênica onde um aumento na ação de proteases e fosfolipases resulta na degradação das miofibrilas e da membrana celular (ARMSTRONG, 1984, citado por TRICOLI, 2001, p.42).

A deterioração do sarcolema pós exercício é acompanhada pela difusão dos componentes intracelulares para o interstício e plasma, atraindo monócitos que se convertem em macrófagos nas áreas da lesão. Portanto o acúmulo de histaminas e quininas no interstício do resultado da fagocitose e da necrose celular, decorrente de edema local, o que ativa os receptores de dor, causando a sensação de desconforto da dor muscular tardia (ARMSTRONG, 1984; ARMSTRONG et al., 1991).

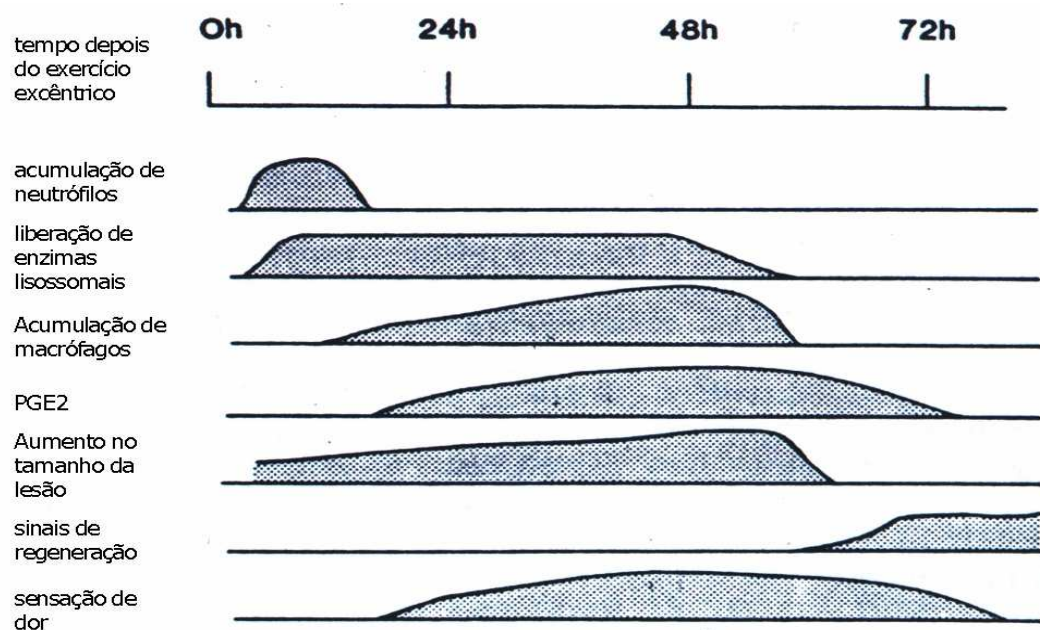
As alterações provocadas pelo exercício que surgem por lesões nas áreas musculares afetadas provocam ativação do sistema imunológico por leucócitos, macrófagos (DUARTE, 1993, citado por CLEBIS, 2001). Em exercícios excêntricos, pode-se averiguar rupturas no sarcolema de algumas fibras, tendo depois de 24h a resposta imunológica dos fibroblastos ativos, monócitos e macrófagos, eosinófilos, segundo o grau da lesão e, por fim, fibras sofrem fagocitose (menos de 5%), tendo depois de 3 dias após o exercício evidências de regeneração (MACINTYRE et al., 2000).

Outros componentes do SI são liberados com exercícios excêntricos, como os neutrófilos, interleucina-6, e fragmentos de miosina relacionados à dor tardia; conclui-se que a inflamação muscular está diretamente relacionada com estas

moléculas por um período de 2 a 72 horas depois do exercício (MACINTYRE et al, 2000).

Baseado neste argumento, Smith (1991) propõe uma seqüência de eventos da ação imunitária com lesão muscular e, dor tardia pós exercício. (**Figura 4**)

Portanto a presença de células brancas do sangue na circulação são sinais de danos à estrutura muscular, causados pelo estresse físico do exercício; neste ponto encontramos a associação do exercício com o sistema imunológico para todas as idades.



Fonte: SMITH (1991).

Figura 4. Lesão muscular causada pelo exercício e ação imunológica.

2.5 Sistema Imunológico e Exercício Físico

A área da imunologia do exercício é relativamente uma nova área de pesquisa, estando em ascensão o número de publicações depois de 1970, baseadas em estudos apenas com humanos (GLESSON, 2006).

O interesse por esta área surgiu entre 1980 e 1990 pela alta incidência de problemas de inflamação em atletas (GLESSON, 2006), principalmente no trato

respiratório superior (BISHOP, 2006, p.1), pelo fato que, durante o exercício prolongado ocorre temporariamente uma depressão da função das células imunes (GLESSON, 2007).

O período de imunodepressão decorrente do exercício é explicado pela teoria “*Open Window*” depois do exercício, com a oportunidade do patógeno atuar no organismo com o sistema de defesa baixo. (PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000).

No entanto é clara a transformação da resposta do sistema imunológico com o aumento da atividade física diária e pode ser um determinado crédito na diminuição dos riscos de saúde (BRINES et al.,1996). Isto está associado com a prática regular de exercícios com intensidade moderada, resultando no aumento da resistência; porém as atividades extremas ou os indivíduos sedentários detêm outros tipos de resposta (PEDERSEN; RODHE; OSTRSOWSKI, 1998).

De tal forma, o exercício envolve transformações metabólicas envolvendo o SI, regulação metabólica no controle, produção, manutenção e destruição de biomoléculas, para manter o organismo energeticamente ativo; mas a interface de experimentos tenta indicar quais fatores metabólicos regulam determinada ação (MATARESE; CAVA, 2004).

A atuação do metabolismo recai sobre as funções e capacidades de cada tecido do corpo que, de certa maneira, são controladas fisiologicamente pela importante inter-relação presente do sistema endócrino e sistema nervoso, o que pode ser demonstrado no início de toda e qualquer atividade física, com a ativação do sistema nervoso simpático (SNS), que estimula a produção e liberação de catecolaminas, hormônios e neurotransmissores relacionados ao estresse (WILSON, 2003, p.1).

Isto pode ser explicado pelo modelo de resposta ao estresse, de Hoffman-Goetz e Pedersen (1994), que ativa o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, tendo relação intrínseca com componentes do SI, não só pela presença de receptores hormonais em leucócitos, mas na relação anatômica dos três sistemas.

O exercício como fator estressante contribui de forma conjugada para as modificações metabólicas corporais, que partem do estímulo neural e que vem a

secretar determinados hormônios ou até mesmo inibi-los em ritmos diferentes que são fundamentais para tais respostas (CANALI; KRUEL, 2001).

Dentre as respostas, vários hormônios são secretados durante o exercício e que direta ou indiretamente influenciam o SI, a exemplo do hormônio do crescimento o TSH (*thyreo-stimulating hormone*) que controla secreção de T3 e T4; os hormônios paratireóides regulam a liberação de cálcio; a adrenocorticotropina (ACTH) que secreta cortisol; as gonadotrofinas (FSH- follicle-estimating hormone) com alterações inconsistentes; a prolactina; a vasopressina (ADH – hormônio antidiuretico); a ocitocina; os hormônios supra-renais como a epinefrina e noraepinefrina (adrenalina e noradrenalina); o glucagon e a insulina; e a eritropoetina que tem atuação sobre a medula óssea (CANALI; KRUEL, 2001).

Já o SI apresenta focos de mudanças com o exercício vigoroso em diversos parâmetros já verificados, através das citocinas como interleucinas (IL-1, IL-6), no fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), no interferon gama (IFN- γ); nos hormônios leptina e insulina; nos neuropeptídios e hormônio estimulados de melanócito alfa; os fatores de transcrição gênica chamado de receptor ativador-proliferador peroxisome; metabolismo da glicose, entre outros (**Tabela 3**, abaixo, pag.56) (MATARESE; CAVA, 2004).

Cada célula do SI também possui receptores para as β -endorfinas, catecolaminas, cortisol, hormônio do Crescimento (GH) e diversos outros mediadores envolvidos na reação ao estresse, que podem ser observados durante a puberdade (TIMMONS et al., 2006).

O estresse físico, apresentado pelo modelo de Armstrong et al. (1991), elucida o empenho desta relação das moléculas; mas, em especial, a intensidade e duração do exercício é que real e diretamente alteraram tais comportamentos imunes (MAUGHAN; GLESSON; GREENHAFF, 2000, p.206) devido os receptores de cada célula, que são os mediadores inflamatórios para determinada intensidade, duração e tipo de exercício (MALM; EKBOM; EKBLOM, 2004).

2.5.1 Sistema Imunológico e Intensidades de Exercício

A intensidade do exercício é caracterizada pela carga de trabalho muscular do exercício, representando a demanda de energia para o nível de energia requerido durante o exercício que pode levar a fadiga, determinada pelas durações diferenciadas das fontes de energia (MAUGHAN; GLESSON; GREENHAFF, 2000, p.30).

Estudos abordados na revisão de Leandro et al. (2002) apontam o exercício físico realizado em diferentes intensidades provoca alterações funcionais distintas do SI, desde estudos que aplicam trabalhos abaixo de 60% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ até os de acima de 65 % do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$. Esta mesma revisão aborda que exercício leve a moderado parece relacionar-se ao aumento de resposta imunológica, enquanto o exercício intenso parece enfraquecê-lo, isto novamente vem corroborar a teoria do “*Open Window*” de Pedersen e Hoffman-Goetz (1994).

E segundo Malm et al. (2004) a população de leucócitos circulantes pode ser usada para se entender a adaptação muscular, correspondendo à imunidade adaptativa.

Porém, quando se pondera o exercício leve, ou seja, da transição do repouso para o exercício se caracteriza leve, advindo do momento em que para se atingis níveis estáveis da dinâmica de aporte do consumo de oxigênio desta intensidade por volta de 1 a 4 minutos (HEBESTREIT et al., 1998). Uma vez atingido tal equilíbrio, o aporte de energia (ATP) é fornecido pelo sistema aeróbio (WILMORE; COSTIL, 1999, p.35). Diferenças entre indivíduos ativos e sedentários neste sistema existem; os indivíduos destreinados levam mais tempo para atingir este estado estável, podendo até sofrer certo desconforto inicial chamado de déficit de O_2 , descrito como consumo inadequado de O_2 (POWERS, 1994, p.40).

A relação desta intensidade com SI induz ao aumento relativo na concentração de leucócitos na circulação, com leucocitose observada durante e após o exercício físico, principalmente nos neutrófilos (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002). E seu tempo de recuperação para os linfócitos não declina neste período de recuperação (PEDERSEN; RODHE; OSTROWSKI, 1998).

Já quando o exercício é realizado de forma moderada, as células dos linfócitos e leucócitos apresentam determinado aumento, mas não tão acentuado,

pois os danos das fibras musculares não são graves, chegando a 27% para os leucócitos e 18% para os linfócitos (NIEMAN; NEHLSSEN-CANNARELLA, 1991), mas há de se considerar que os indivíduos eram relativamente ativos. Pedersen e Tøft (2000) afirmam que as atividades moderadas e suas variações nesta mesma intensidade causam repostas similares no SI. Isto em geral, os neutrófilos nesta intensidade respondem à infecção, incluindo sua maior aderência, quimiotaxia, fagocitose, atividade oxidativa, o que ocorre ao inverso do exercício intenso (PEDERSEN; HOFFAMN-GOETZ, 2000).

O estímulo intenso ou severo é apontado como o limite de carreamento de oxigênio até as estruturas ativas, com trabalho bem próximo do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, sendo o limiar anaeróbio o ponto desta transição do estímulo moderado para intenso (POWERS, 1994, p.42; ACSM, 2003, p.94), caracterizando a acidose metabólica e alteração nas trocas respiratórias durante o exercício (PATE; LONNET, 1994, p. 35).

Para o SI, suas alterações ficam mais visíveis, quando a modalidade se torna intensa, em que, maioria das pesquisas, observa transformações na contagem celular que abrangem a subpopulação de linfócitos; esta prolifera por meio dos leucócitos (PEDERSEN; HOFFAMN-GOETZ, 2000) e que ambos podem aumentar seus valores de 50 a 100% da contagem inicial (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002). Os neutrófilos nesta alta intensidade apresentam associação com a sua diminuição funcional, mas aumentando a fagocitose, pelos monócitos se transformando em macrófagos (FITZGERALD, 1988; COSTA ROSA; VAISBERG, 2002) (**Tabela 3**).

Tal evidência pode ser observada no estudo que envolve exercício excêntrico intenso, em que os leucócitos aumentaram em 123% e os marcadores inflamatórios em 329% em 24h depois do exercício (MALM; EKBLON; EKBLON, 2004). Estes aumentos com o exercício excêntrico intenso também ocorreram no estudo de Paulsen et al. (2005) com jovens adultos para os leucócitos (aumento de 69%), nos neutrófilos (pico de 104%), e monócitos (69%) depois de 6h do término, tendo outros componentes avaliados que também tiveram proliferação.

Com este perfil traçado para contagem dos leucócitos, destaca-se o período em que os níveis retornam próximo do início; sendo esta característica de exercício leva a todos os linfócitos diminuírem (PEDERSEN; RODHE; OSTROWSKI, 1998).

Tabela 3. Efeitos do exercício físico extenuante sobre o sistema imunológico.

	Durante Exercício	Após Exercício
Contagem de neutrófilos	↑	↑↑
Contagem de monócitos	---	↑
Contagem de linfócitos	↑	↓
Contagem células T+CD4	↑	↓
Contagem células T+CD8	↑	↓
Contagem de células B +CD19	↑	↓
Contagem de células NK+CD16+56	↑	↓
Apoptosi linfócitos	↑	↑
Resposta proliferativa aos mitógenos	↓	↓
Resposta dos anticorpos in vitro	↓	↓
IgA da saliva	↓	↓
Atividade das células NK	↑	↓
Atividade das células LAK	↑	↓
Proteína C-reativa	---	↑
Concentração plasmática de TNF- α	↑	↑
Concentração plasmática de IL-1	↑	↑
Concentração plasmática de IL-6	↑↑	↑
Concentração plasmática de IL-1ra	↑↑	↑
Concentração plasmática de IL-10	↑	↑
Concentração plasmática de TNF-R	↑	↑

↑- Aumento; ↓- Declínio; ↑↑- Aumento acentuado;

TNF- α : Fator de Necrose Tumoral- α ; TNF-R: Fator de Necrose Tumoral receptor; IL: Interleucina; MIP: Proteína Inflamatória Macrófago.

Pedersen et al. 1998

Em vista da importância do exercício intenso ou vigoroso para o treinamento desportivo na melhora do desempenho, o ACSM (2003, p.7) informa que riscos fisiopatológicos podem ser desencadeados em nível cardiovascular central (coração

e pulmões) e periférico, e também no sistema imunológico, causando imunodepressão (PETERSEN; PEDERSEN, 2005; GLESSON, 2006, p.28).

Assim, os estudos envolvendo exercício e SI, com metodologias diferentes e a prática regular do exercício ainda demonstram conflitos na literatura, tendo resultados controversos para as células de neutrófilos, macrófagos, linfócitos e leucócitos (PEDERSEN et al., 1999). Mas há um saldo positivo quanto a estas alterações na imunidade inata e adaptativa, em que estudos epidemiológicos demonstram que indivíduos mais ativos têm menos problemas de saúde (COSTA ROSA; VAISBERG, 2002).

Isto foi observado em modelos animais que foram submetidos à prática regular de exercício em intensidades moderadas atenuaram os efeitos do estresse agudo no perfil leucocitário e melhoram a função dos macrófagos (NASCIMENTO et al., 2004). Outro estudo envolvendo ratos jovens, submetidos à corrida por um período de 8 semanas, demonstrou que neste período houve melhora na produção de óxido nítrico (NO_2), a secreção de macrófagos, e melhor proliferação de linfócitos, porém esta averiguação do nos humanos é mais difícil, pois o controle das variáveis se torna complexo (SUGIURA et al., 2002). Pedersen e Toft (2000) demonstram que a prática de exercício moderado provoca diminuição da resposta inflamatória do trato respiratório superior em indivíduos ativos idosos.

Destaque para os estudo de Malm et al. (2004) e Nieman, Helson e Fagoaga (2002) que concluíram que jovens atletas, com alta capacidade aeróbia, e considerável nível de atividade física, têm menores chances de sinalização das moléculas imunológicas e células B depois de dois jogos consecutivos intensos, relatando a importância do intervalo depois do exercício para recuperação da estrutura danificada através do SI.

Atualmente os estudos de Petersen e Pedersen (2005) e Pedersen e Fischer (2007) também afirmam que o exercício para todo e qualquer indivíduo, principalmente o mais ativo, facilita a liberação de células pró-inflamatórias do SI e a produção de receptores para essas células na musculatura esquelética, afirmando que o exercício realizado regularmente oferece proteção contra doenças crônicas.

2.5.2 Sistema Imunológico e Exercício Físico na Adolescência

Entre os aspectos da relação existente do exercício físico com a imunidade para a população jovem, ainda existem lacunas, uma vez que esta relação necessita de maiores investigações (TIMMONS; TARNOPOLSKY; SNIDER, 2006). Hipóteses levantadas em estudos anteriores revelaram que indivíduos jovens têm resposta diferente do SI através do exercício, quando comparadas com adultos (BOAS et al., 1996), pois sabe-se que existe diferença funcional imune entre esses grupos etários (BISHOP, 2006, p.281). No entanto muitos mecanismos imunológicos são semelhantes em ambos, mas alguns aspectos não estão completamente desenvolvidos nos jovens (BISHOP, 2006, p.281).

Realmente, o SI sofre desenvolvimento nesta fase. O exercício é mais um estímulo ambiental que participa no benefício da saúde deste indivíduo (BISHOP, 2006, p.281). A prática habitual durante este período pode influenciar o crescimento e desenvolvimento normal do sistema imune. Assim, as mudanças imunológicas resultante do exercício agudo durante infância e adolescência podem ser influenciadas pela variação com idade, puberdade, e gênero (TIMMONS et al., 2006), exercício prolongado, treinamento ou exercício intenso, diferentes níveis de maturação que alteram as resposta ao exercício (BOAS et al., 2000).

Ainda existem poucos estudos investigando o efeito direto do exercício sobre o SI e nenhum estudo tem sistematicamente e simultaneamente examinado a influência da idade, puberdade, e gênero em respostas imunológicas para com o nível de atividade física e aptidão cardiorrespiratória dentro da população pediátrica saudável (BISHOP, 2006, p.281; TIMMONS, 2006).

Estudos de caráter experimental têm sido elaborados; um desses aponta o efeito do trabalho anaeróbio sobre o SI com atleta e não atletas na fase pré-púbere até pós-púbere, verificando o total de atividade física realizado foi maior para os atletas. Nesta comparação, verificou-se que a contagem de granulócitos foi significativamente maior nos não atletas, retornando aos níveis próximos dos iniciais depois de 1h e a contagem de linfócito CD4 aumentou no terceiro minuto depois do teste em 11% para os pré-puberes, 6% nos púberes e diminui 16% no pós-púbere.

Concluiu-se neste estudo que as células natural killer estiveram em baixa contagem, quando atuantes para os treinados quando comparado com os destreinados (BOAS et al., 1998). Destaque para a célula *natural killer* e leucócitos: podem apresentar receptores de alta densidade para catecolaminas para esta idade, melhorando sua funcionalidade de reconhecimento do antígeno (BISHOP, 2006, p.281).

Peres (2001) citado por Bishop (2006, p.282) relata que, além das famílias dos leucócitos, os linfócitos, em especial a célula T, são recrutadas quando estimuladas pelo exercício, levantando a suposição de maior memória desta célula quando estimulada novamente.

O estudo acima vem corroborar Nemet, Mills e Cooper (2004), em que a intensidade é o fator de estímulo para o SI. Isto demonstra que as perturbações e recuperação do SI seria menor e com recuperação mais rápida em jovens contra crianças mais velhas e pré-púberes. Tais afirmações designam que a resposta do exercício entre jovens e adultos é similar; porém o impacto dessas mudanças no SI no crescimento e desenvolvimento para o sistema hematopoiético ainda são desconhecidas (BISHOP, 2006, p. 282). Fato que sua magnitude das influências podem estar diretamente alocadas aos fatores descritos (figura 3), no qual um fator pode superar o outro (GLESSON, 2006, p.211), por isso a necessidade do “status” do SI e hematológico para esta população jovem (NEMET; MILLS; COOPER, 2004; BISHOP, 2006, p.271).

Em vista desses fatores associados, as diferenças de gênero entre adolescentes também existem dentro do SI, quando induzidas pelo exercício (WOLACH et al., 1998). Quanto à recuperação do SI, voltando aos valores normais, verifica-se que as mudanças imunes acontecem mais rapidamente nas meninas mais jovens do que em meninos; esta observação é consistente com a noção de que crianças geralmente se recuperam mais rápido sob exercício intenso (TIMMONS, et al., 2006).

Entre essa diferença do SI entre os sexos, Timmons, Tarnopolsky e Snider (2006) abordam a maturidade física dos adolescentes, em que muitas respostas do SI com o exercício são mais semelhantes que dissimilares entre grupos de púberes.

Embora Timonns et al. (2005) informem que nenhum estudo tenha sistematicamente e simultaneamente examinado a influência da idade, puberdade, e gênero com as respostas imunológicas e regularidade do exercício dentro da população pediátrica saudável, levado a um entendimento melhorado dos impactos do exercício no sistema imunológico de adolescentes para a importância até mesmo clínica, obtendo-se benefícios a saúde (GLESSON, 2006, p.54). Existe relação positiva da maturação e outras variáveis destacadas com o SI?

Portanto exercícios executados em mesma intensidade relativa resultam em perturbações globais menores para o sistema imune nos meninos jovens e meninas comparadas com meninos e meninas adolescentes mais velhos, com diferenças maiores nas meninas. Em geral, os indivíduos mais jovens recuperam mais rápida nestas perturbações e tendem a ter mais resistência neste SI, principalmente, quando induzida e moldada pelo exercício realizado de forma regular (PEDERSEN, 2000; TIMMONS, 2006).

Cooper et al. (2004), citado por Timmons et al. (2006), propuseram que o exercício induzido modifica os mediadores dentro do sistema imune e inflamatório (citocinas) em jovens e pode ter implicações neste crescimento global e desenvolvimento. Visto este fator na proteína muscular, os jovens são relativamente resistentes a respostas inflamatórias principais durante o exercício, podendo minimizar o rompimento dos mediadores anabólicos, ou seja, de alta intensidade como IGF-1 para o qual é conduzida ótima adaptação do crescimento muscular.

Em virtude disso, torna-se relevante o controle das variáveis como idade, gênero, maturidade biológica, aptidão cardiorrespiratória e muscular, para que se possa obter com mais precisão a interpretação desta relação entre o exercício e sistema imunológico da população pediátrica (TIMMONS, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Planejamento da Pesquisa

O presente estudo foi classificado como de natureza descritiva quanto ao seu objetivo; entretanto a metodologia empregada para o levantamento de dados permite também caracterizar a investigação como um inquérito epidemiológico de corte transversal (THOMAS; NELSON, 2002, p. 23, 281), uma vez que os sujeitos que participaram da pesquisa foram observados em uma única ocasião.

A variável independente foi a aptidão cardiorrespiratória de adolescentes do sexo masculino e feminino de diferentes níveis maturacionais; as variáveis dependentes foram as células do sistema imunológico avaliado através do leucograma. Dentre as variáveis, algumas foram apontadas com variáveis de controle como: idade, composição corporal (IMC, percentual de gordura, perímetro da cintura).

Para a aplicação da presente pesquisa, foi inicialmente realizado um estudo piloto com 50 adolescentes de ambos os sexos, 25 meninos e 25 meninas, de uma escola da rede pública de ensino da cidade de São Mateus do Sul, Paraná, a fim de testar os procedimentos metodológicos e os instrumentos da pesquisa.

3.2 População e amostra

A cidade de São Mateus do Sul, situa-se na região sul do Estado do Paraná. Segundo o censo de estimativa realizado em 2006 pelo IBGE⁷ no estado, o município possui 39.103 habitantes, e desses, o número de indivíduos entre 10 a 20 anos é de 3.994 do sexo masculino e 3.917 do sexo feminino moradores da região urbana e rural, totalizando 7.911 jovens.

Com dados de 2006 fornecidos pela Secretaria Municipal de Educação da cidade de São Mateus do Sul (APÊNDICE A), Paraná, o município possui 34 escolas

⁷ Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

de ensino público, sendo sete escolas estaduais e 27 escolas municipais. O número de estudantes entre 12 a 17 anos matriculados na rede pública de ensino estadual é de 2.724 (1.415 meninos e 1.309 meninas) e da rede municipal apenas 103 alunos (63 meninos e 40 meninas) perfazendo 2.827 alunos.

Percentualmente, este número de estudantes da rede pública representa, segundo o levantamento da secretaria municipal, correlacionado com os dados do IBGE (2006), para a população entre 10 a 20 anos, 71,5% (34,35% para os meninos e 37,15% para as meninas) dos indivíduos matriculados nesta faixa etária. A distribuição desta população esta descrita resumidamente por idade e sexo (**Tabela 4**), em que a prevalência foi de 51,46% de meninos e 48,54% de meninas da total da amostra.

Tabela 4. Alunos matriculados na rede pública de ensino de São Mateus Sul, Paraná.

IDADE	MASCULINO	FEMININO
12,0 a 12,99 anos	298	280
13,0 a 13,99 anos	268	254
14,0 a 14,99 anos	264	272
15,0 a 15,99 anos	243	230
16,0 a 16,99 anos	187	185
17,0 a 17,99 anos	195	151
Total de alunos	1455 (51,46%)	1372 (48,54%)

Fonte: Secretaria Municipal de Educação, Lazer e Esporte da Cidade de São Mateus do Sul, Paraná.

De posse do número total de alunos matriculados, foi realizada uma análise probabilística. Em seguida, o tamanho amostral foi calculado de acordo com os seguintes critérios: a) número total de meninos e meninas; b) intervalo de confiança de 95%; c) erro amostral de 5% e prevalência de 20% (LUIZ; MAGNANINI, 2000). A prevalência está embasada em estudos com adolescentes brasileiros que têm apresentado como fatores de risco hematológicos; sendo para esta população de até 19 %, sendo o maior problema que afeta esta população de adolescente é a anemia (FUJIMORI et al.,1996, citado por FRUTUOSO, 2003)

A amostra mínima foi estimada em 224 adolescentes, ou seja, 112 rapazes e 112 moças, pois a proporção inicial de ambos os sexos em relação ao total de alunos foi de aproximadamente 50%. Além disso, para evitar problemas quanto a perdas de dados, foi acrescentado uma quantidade de 10% de avaliados para cada sexo.

Para garantir a representatividade para os alunos de 12 a 17 anos de idade, pertencentes à rede pública de ensino da cidade de São Mateus do Sul (SMS), Paraná (PR), Brasil (BR) na composição da amostra, o estudo pretendeu avaliar em média de 150 indivíduos por mês (outubro e novembro), totalizando no final da pesquisa 300 adolescentes, sendo 150 do sexo masculino e 150 do sexo feminino, classificados e distribuídos por seus respectivos estágios de maturação biológica.

O início do estudo foi determinado com o envio prévio de uma carta convite (APÊNDICE B) e projeto para o desenvolvimento da pesquisa à Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Lazer de SMS, a Secretaria de Saúde, como também ao atual prefeito da gestão (2005-2008) de SMS, PR, com objetivo de custear as avaliações bioquímicas.

No segundo momento, após a aprovação de ambas as secretarias e do prefeito municipal, foi enviada uma “carta convite” (APÊNDICE C) aos dois maiores colégios da cidade com informações pertinentes ao estudo, com breve explicação sobre os objetivos da pesquisa e as avaliações que seriam realizadas, sendo estes: Colégio Estadual São Mateus – Ensino Fundamental e médio (CESM); Colégio Estadual Duque de Caxias – Ensino Fundamental e Médio (CEDC).

Os dois colégios foram escolhidos devido ao número de estudantes de cada instituição, por conter um número representativo de indivíduos entre 12 a 17 anos, ter estrutura física apropriada para aplicação dos testes, e por abranger população de classe socioeconômica heterogênea. Segundo dados da secretaria de educação de SMS, o CESM tem uma representatividade do número de estudantes maior para a região urbana a que o CEDC, que contém maior número de estudantes da região rural.

Para melhor fidedignidade da coleta de dados, um grupo composto por estudantes de educação física da Universidade Federal do Paraná (UFPR) foi

treinado e informado sobre os procedimentos a serem utilizados na aplicação dos testes e avaliações para a realização da coleta de dados. Os instrumentos utilizados nos testes apresentam validade para com as medidas coletadas para esta categoria de pessoas (THOMAS; NELSON, 2002).

Antes do início das avaliações, os adolescentes que concordaram em participar do estudo receberam um “termo de consentimento” (APÊNDICE D) e entregaram o mesmo preenchido pelos pais ou respectivos responsáveis, autorizando o uso dos seus dados. Neste termo constou uma breve explicação dos objetivos da pesquisa e sobre os métodos que foram empregados, e que não haveria nenhuma identificação dos participantes, podendo eles abandonar as avaliações a qualquer momento se desejarem.

Também foi entregue o “termo de comportamento de risco: histórico familiar” (APÊNDICE E) que trás informações sobre o histórico de saúde da família e do adolescente que será respondido pelos pais ou responsáveis.

Igualmente, uma orientação para participação nas avaliações foi entregue (APÊNDICE F), informando-os dos procedimentos que foram realizados antes e durante o dia da coleta. Para a participação no estudo, todos os termos deveriam estar assinados e serem entregues antes do início das avaliações pelos próprios alunos. Caso contrário, o indivíduo foi convidado a não participar da coleta.

Por fim, todos os resultados foram catalogados num banco de dados e analisados. Esses foram entregues aos adolescentes, junto com uma carta de agradecimento e o resultado xerocado do exame laboratorial, no qual o original foi armazenado em nossos arquivos.

No final da coleta dos dados, a amostra ficou composta por 102 rapazes e 131 meninas. O projeto foi aprovado (registro CEP/SD: 421.101.07.09 e CAAE: 0059.0.091.000-07) pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, do setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná (ANEXO H), ao qual está de acordo com as normas éticas estabelecidas pela Resolução CNS 196/96 e da Declaração de Helsinque.

3.3 Instrumentos e Procedimentos

A coleta de dados foi realizada mediante uma seqüência ordenada, sendo: 1) Coleta Sanguínea em jejum; 2) Café da manhã; 3) Preenchimento dos questionários (ANEXO C); 4) Avaliação Antropométrica; 5) Avaliação de Aptidão Cardiorrespiratória; 6) Avaliação do estágio da maturação sexual.

3.3.1 Avaliação Bioquímica

Inicialmente foi coletada a amostra de sangue de cada indivíduo para análise laboratorial de determinação do hemograma completo, sendo utilizada a análise do Leucograma, verificando a contagem do número total de leucócitos/mm³ e a contagem diferencial deles que engloba: Eosinófilos, Basófilos, Linfócitos, Monócitos, Segmentados, Neutrófilos, em que todos os valores serão apresentados em porcentagens (%) e de forma absoluta (mm³).

Os sujeitos participantes do estudo foram instruídos (APÊNCIDE F) com uma semana de antecedência sobre alguns cuidados que deveriam tomar antes de participar da coleta sanguínea, conforme recomendações da Sociedade Brasileira de Cardiologia (2001):

- I. jejum obrigatório de no mínimo 12h, podendo tomar água livremente;
- II. evitar consumo excessivo de álcool três dias antes da coleta;
- III. evitar o abuso de ingestão alimentar (especialmente de gorduras) no dia anterior ao teste;

Alguns cuidados serão tomados durante a coleta para aumentar a segurança dos dados, sendo:

- I. Posição do avaliado durante a coleta: a punção venosa será realizada com o sujeito na posição sentada, permanecendo desta maneira em torno de 10 a 15 minutos antes da realização da coleta. A variação de posição deitada para a ereta ou sentada pode resultar na troca da água corpórea no compartimento intravascular para o extra vascular, resultando em alteração na diluição do sangue (SBC, 2001);

II. Duração do tempo do torniquete: o torniquete deverá ser desfeito tão logo a agulha penetrar a veia. O uso da técnica do torniquete, por baixar a pressão sistólica, pode resultar na transferência das pequenas moléculas e fluídos do espaço intravascular para o espaço intersticial, além do que, sua permanência por mais de 1 até 3 minutos pode resultar em hemoconcentração (SBC, 2001).

A retirada de sangue foi realizada por três enfermeiras do próprio laboratório credenciado pela prefeitura de São Mateus do Sul, PR, no período das 08h00min às 09h00min horas da manhã no próprio colégio, em sala reservada, sendo estas armazenadas em frasco seco. As amostras foram processadas e analisadas no mesmo dia da coleta.

Os resultados foram classificados de acordo com os valores de referência para população de crianças e adolescentes; os exames que não atenderem a esses critérios ou apresentarem alguma alteração, serão excluídos da amostra (**Tabela 5**) (DALLMAN, 1977, citado por NATAN; OSKI, 1993).

Tabela 5 - Valores de referência do Sistema imunológico para adolescentes.

Idade	Leucócitos totais		Neutrófilos			Linfócitos			Monócitos		Eosinófilos	
	Média	Variação	Média	Variação	%	Média	Variação	%	Média	%	Média	%
10	8,1	(4,5-13,5)	4,4	(1,8-8,0)	54	3,1	(1,5-5,2)	38	0,4	4	0,2	2
16	7,8	(4,5-13,0)	4,4	(1,8-8,0)	57	2,8	(1,5-6,5)	35	0,4	5	0,2	3
21	7,4	(4,5-11,0)	4,4	(1,8-7,7)	59	2,5	(1,5-4,8)	34	0,3	4	0,2	3

O número de leucócitos é apresentado em mm³, com variação estimada em 95% de limite de confiança, e as percentagens são referentes à contagem diferencial.

Tabela adaptada: Dallman (1977).

A análise do hemograma foi proferida em conjunto com o analisador CELL-DYN da série 1.400 e microscópio no mesmo dia da coleta. O princípio de funcionamento do aparelho é por impedância, em que as partículas do sangue passam por um tubo capilar, sendo o impulso da passagem amplificado e registrado as células caracterizadas pelo seu tamanho. Portanto, o aparelho só diferencia entre as células brancas os linfócitos, que são menores e os granulócitos (leucócitos) em geral. Sendo o analisador que realiza a contagem de leucócitos totais, é na

microscopia que se verifica o diferencial desta família e também através do microscópio vemos alterações morfológicas na série branca, o que o aparelho não fornece.

Este tipo de verificação corrobora Faillace et al. (2004) que relatam que a automação detém resultados em sua maioria falso-positivos, comparando este método com análise microscópica. Este deve ser utilizado pela segurança dos resultados, pois existem algumas alterações hematológicas que tais aparelhos não são capazes de identificar.

A amostra sanguínea dos sujeitos foi classificada de acordo com as hipóteses do estudo, sendo: H1: Hipótese para que a distribuição das células do SI se apresentassem em valores superiores ao valor da mediana (percentil 50) para ser utilizado na comparação com as aptidões cardiorrespiratória; H2: Hipótese para que a distribuição das células do SI tenham valores inferiores ao valor da mediana (percentil 50) para ser utilizado na comparação com as aptidões cardiorrespiratória; H3: Hipótese para que a distribuições das células do SI, terão seus valores mais concentrados entre o percentil 33 e 66, quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória; H4: Hipótese para que a distribuições das células do SI, terão seus valores mais concentrados nos extremos (abaixo do percentil 33 ou acima do percentil 66), quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória.

As coletas laboratoriais realizadas na presente pesquisa, a prefeitura Municipal por meio da Secretaria Municipal de Saúde da Cidade de São Mateus do Sul financiou estes exames. Já as despesas decorrentes para a idealização do projeto como um todo foram arcadas pelos idealizadores do estudo, sem nenhum tipo de auxílio financeiro de instituição pública ou privada.

3.3.2 Avaliação Antropométrica

As variáveis utilizadas nesta avaliação foram: massa corporal (MC), estatura em pé, obtendo a razão destas duas variáveis, para o cálculo do Índice de Massa

Corporal (IMC), perímetro da cintura (PC) e dobras cutâneas (DC), sendo todas essas utilizadas como variáveis de controle (APENDICE G).

A MC foi mensurada utilizando balança digital (PLENNA), com resolução de 100 gramas, em que todos os avaliados serão mensurados em pé, descalços e vestindo apenas roupas leves. Procedeu-se esta medida subindo sobre o centro da plataforma da balança e de costas para a escala, em posição anatômica, com massa corporal distribuída igualmente em ambas às pernas, com postura ereta, olhar direcionado horizontalmente sob ponto a sua frente (CRAWFORD, 1996, p.26). Realizaram-se duas medições e calculou-se a média aritmética, caso houvesse uma diferença superior a 0,2 kg, realizar-se-ia uma nova medição (COUNCIL OF EUROPE, 1988).

Para a estatura em pé, se utilizou um estadiômetro portátil fixado à parede (WCS), com resolução de 0,1cm. Os adolescentes avaliados estavam descalços e posicionados em pé sobre a base do estadiômetro, formando um ângulo reto com a borda vertical do aparelho (CRAWFORD, 1996, p.28). Alguns pontos anatômicos de referência foram verificados durante a medida: os calcanhares unidos, o quadril (região glútea), a parte superior das costas através das escápulas (porção torácica), os braços devem estar livremente soltos ao longo do tronco com palmas voltadas para as coxas, e cabeça centralizada e posicionada anatomicamente na posição de Frankfurt (CRAWFORD, 1996, p.28). Foi mensurada a maior distância entre a região plantar e o vértex do crânio utilizando um ângulo reto para a realização do apoio no vértex, obtendo a medida quando o avaliado fizer uma apnéia inspiratória no momento da avaliação (CRAWFORD, 1996, p.28; ROCHA, 1997). Duas medidas foram realizadas, calculando-se a média aritmética e se ocorrer uma diferença superior a 0,2 cm também será realizado nova medição (COUNCIL OF EUROPE, 1988).

O IMC foi calculado por meio da medida da massa corporal (kg) e estatura (m^2) (MARTIN; WARD, 1996. p.99), classificando os valores segundo os percentis propostos por Cole et al.(2000) e Cole et al., (2007) (ANEXOS A e B).

Posteriormente avaliamos o perímetro corporal, através da medida de circunferência, valendo-se de uma fita flexível da marca SANNY, com escala de

medida 0,1cm. O avaliado ficou na posição em pé, posição anatômica, os braços cruzados e cotovelos elevados a frente do peitoral, com massa corporal distribuída igualmente em ambas às pernas unidas, e postura ereta e com olhar em um ponto fixo horizontalmente a sua frente (CRAWFORD, 1996, p.38).

O perímetro da cintura foi mensurado no ponto médio entre último arco costal e arco superior da crista ilíaca (CRAWFORD, 1996, p.38). Durante a medida, a pressão realizada pela fita métrica não deverá ultrapassar de 1 cm depois da fita apoiada sobre a pele, e o tempo de leitura da medida deve ocorrer em no máximo 2 segundos. Duas medições foram executadas, sendo utilizada a menor medida, caso ocorra diferença superior a 0,2cm, novas medidas serão tomadas (COUNCIL OF EUROPE, 1988). Esta medida apresenta um índice de conicidade para ambos os sexos de 0.97 para verificação de gordura central dos adolescentes (TAYLOR et al., 1999).

Quanto ao cálculo da gordura corporal subcutânea e a massa livre de gordura relativa e absoluta, foi estimado pelo método indireto de dobras cutâneas (DC) em diferentes pontos anatômicos (PETROSKI, 1999).

As medidas foram realizadas com um compasso científico da marca Cescorf com pressão constante de 10 gramas por milímetro cúbico (g/mm^3), no hemicorpo direito do avaliado, em que o mesmo deve permanecer em posição anatômica e com os respectivos músculos relaxados. Realizou-se três mensurações não consecutivas de cada dobra cutânea, adotando-se como valor a média das três mensurações (ROCHA, 1997, p.169).

No início do procedimento foi identificado o local da dobra com um lápis dermatográfico. Para destacar a dobra cutânea foi utilizado o dedo polegar e o indicador da mão esquerda e com a mão direita segurando o compasso que foi colocado com ângulo de 90° para realizar a medida, tendo um centímetro abaixo do ponto de reparo destacado. Contou dois segundos para a leitura do compasso. Caso houvesse diferença superior a 0,2 mm, realizava-se uma nova medição (COUNCIL OF EUROPE, 1988).

Os pontos anatômicos das dobras cutâneas utilizados para o cálculo do percentual de gordura foram o Tríceps (TR), no sentido vertical, localizado no ponto

medial entre o acrômio e o olecrano na parte posterior do braço relaxado e estendido ao lado do corpo. A medida da Panturrilha (PA) foi visualizada no ponto medial da maior circunferência da panturrilha, e coletada verticalmente, com o joelho flexionado a 90 graus (CRAWFORD, 1996, p.39). A equação utilizada para o cálculo do percentual de gordura é proposta por Slaughter et al.(1988), que equação leva em consideração tanto o sexo quanto o estágio de maturação sexual:

Percentual de gordura (%G) para meninos = $0,735 (\text{tríceps} + \text{panturrilha}) + 1,0$

Percentual de gordura (%G) para meninas = $0,610 (\text{tríceps} + \text{panturrilha}) + 5,1$

A composição corporal determinada a partir das mensurações de DC correlaciona-se muito bem com a composição corporal determinada por pesagem hidrostática ($r = 0,70$ e $r = 0,90$). Esta exatidão no percentual de gordura a partir da DC é de $\pm 3,5\%$ (PETROSKI, 1999, p.83).

3.3.3. Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória

Este teste de campo tem por objetivo avaliar indiretamente o consumo do volume máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) que foi avaliado, utilizando o teste de aptidão aeróbia de 20 metros proposto por Léger et al. (1988). Esse teste pode ser aplicado para qualquer pessoa aparentemente saudável, a partir de 6 anos de idade.

Para a execução dele, o indivíduo foi monitorado com monitor cardíaco (Polar A3) e percorreu uma distância em local plano de vinte metros demarcada por duas linhas, acompanhando o ritmo sonoro, que determina a velocidade da corrida. A frequência sonora aumenta progressivamente a cada minuto (estágios), assim como a velocidade de corrida aumenta em 0,5 km/h cada minuto, sendo a velocidade inicial 8,5 km/h (LEGER et al., 1998). Foi explicado aos avaliados que o final do teste ocorre, quando o avaliado não consegue mais acompanhar o ritmo sonoro proposto e exaustão máxima, sendo anotada a última volta (estágio) em que o indivíduo parou no teste e a frequência cardíaca máxima alcançada neste momento.

Este teste de aptidão cardiorrespiratória apresenta limitações quanto à sua aplicabilidade para indivíduos que nunca realizaram este teste, como também do

próprio interesse do adolescente querer executá-lo até o objetivo que o teste se propõe. Entretanto o respectivo teste detém uma confiabilidade de 89% para crianças e adolescentes acima de 6 anos de idade no qual o cálculo do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ será aplicado pela fórmula matemática desenvolvida para indivíduos de 6 a 18 anos, (ANEXO D) (LEGER et al., 1998). Este cálculo estimadou do consumo máximo de oxigênio (pico) relativo ao peso corporal ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$ rel.: $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e com este o valor absoluto foi obtido ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs.: L.min^{-1}), uma vez que a fórmula leva em consideração a idade e a velocidade final da corrida em que foi interrompido o teste sendo:

$$\dot{V}O_{2\text{máx}} = 31,025 + 3,238 * X_1 - 3,248 * X_2 + 0,1536 * X_1 * X_2;$$

$X_1 = \text{km h}^{-1}$ que o indivíduo parou o teste;

$X_2 =$ a idade biológica que o indivíduo se encontra no momento do teste.

A classificação do nível de aptidão cardiorrespiratória foi adaptada do estudo de Rodrigues et al. (2006) (**Tabela 6**).

Tabela 6. Classificação adaptada do consumo máximo de oxigênio relativo ao peso corporal ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e absoluto (L.min^{-1}) para os adolescentes de ambos os sexos.

	Meninos		Meninas	
	Relativo	Absoluto	Relativo	Absoluto
Baixa	< 43,3	< 2,20	< 36,4	< 1,83
Regular	< 48,0 – ≥ 43,3	< 2,43 – ≥ 2,20	< 38,8 – ≥ 36,4	< 1,94 – ≥ 1,83
Moderada	< 52,3 – ≥ 48,0	< 2,66 – ≥ 2,43	< 42,5 – ≥ 38,8	< 2,14 – ≥ 1,94
Elevada	≥ 52,3	≥ 2,66	≥ 42,5	≥ 2,14

Fonte: adaptado de Rodrigues et al. (2006).

A aptidão cardiorrespiratória foi subdividida em quatro níveis: baixo (muito fraco, fraco), regular, bom e excelente. Optou-se em agrupar as categorias muito fraco e fraco, classificando-os em Baixa aptidão cardiorrespiratória, porque, ao considerar que os indivíduos que têm um muito fraco e fraco condicionamento aeróbio podem ser classificados desta forma. As outras nomenclaturas foram: regular; bom; e excelente.

3.3.4 Avaliação do Estágio de maturação sexual

A determinação do estágio de maturação sexual dos sujeitos participantes do estudo foi proposta pelo método de auto-avaliação dos caracteres sexuais secundários (desenvolvimento da pilosidade pubiana) desenvolvido por Tanner (1962), tendo como propósito classificar esta variável como de controle.

Nesse método, o adolescente se avalia, visualizando os desenhos nas pranchas de Tanner (ANEXO E e F) de cada um dos cinco estágios, pré-púbere (estágio 1), púbere (estágio 2, 3 e 4), pós púbere (estágio 5) de maturação pilosa (SAP⁸, 2001), terminado este procedimento, o avaliado escreveu o número do seu respectivo estágio na ficha de avaliação.

Estudos apresentaram relação substancial de $r = 0,66$ e $r = 0,89$ pelo índice de kappa para meninos e meninas, respectivamente (MARTIN et al., 2001; BOJIKIAN et al., 2002), e no estudo de Matsudo e Matsudo (1991), este método de auto avaliação apresentou um coeficiente de correlação de 71,3% e 69,7% para meninas e meninos respectivamente para pilosidade pubiana.

Cabe ressaltar, que o método possui suas limitações, pois requer a invasão de privacidade do indivíduo, como também a superestimação ou subestimação das respostas. Para participação do estudo, o critério é estar dentro do período pubertário em qualquer um dos estágios. A avaliação da maturação biológica será a última avaliação a ser executada, para que o estudo não abranja maiores limitações quanto ao constrangimento entre os avaliados.

3.4 Limitações do Estudo

Durante a elaboração desenvolvimento e conclusão da pesquisa, foi observado algumas limitações que em linhas gerais destacamos:

1. a integração do sistema imunológico com o sistema neuroendócrino;
2. a auto-avaliação da maturação sexual;
3. a avaliação indireta da composição corporal dos adolescentes

⁸ Sociedade Argentina de Pediatria

4. a avaliação indireta da aptidão cardiorrespiratória;
5. o controle das atividades dos indivíduos antes das avaliações.

3.5 Tratamento dos dados e estatística

O estudo classificou-se como descritivo-correlacional (THOMAS; NELSON, 2002), tendo como variável independente o sexo, aptidão cardiorrespiratória e como variável dependente o sistema imunológico, em especial o Leucograma. As variáveis de controle foram: composição corporal (IMC, percentil do IMC, perímetro da cintura, percentual de gordura e somatório das dobras cutâneas).

Os dados foram tabulados e armazenados no banco de dados desenvolvido no programa Access 2003, em seguida o banco de dados foi transferido para o programa Excel com o objetivo de realizar sua conferência e demais cálculos, e por fim sua análise estatística foi realizada no software estatístico SPSS 13.0.

Inicialmente no tratamento dos dados foi realizada a exclusão dos *outliers* referentes aos valores das moléculas do sistema imunológico como também para as demais variáveis segundo os critérios anteriormente citados.

Dando seqüência na análise, foi feita a verificação da normalidade do conjunto de dados através do teste de *Kolmogorov Smirnov* e realizou-se análise descritiva (média e desvio padrão) para todas as variáveis do estudo e análise de freqüência para o estado nutricional e níveis de aptidão cardiorrespiratória.

Logo após esta análise, para comparação das células do SI entre os sexos foi utilizado o teste *t de Student* para amostras independentes e entre os estágios maturacionais foi utilizado análise de variância de um fator (ANOVA *one way*).

No segundo momento, com os indivíduos já classificados e divididos por níveis de aptidão cardiorrespiratória dos valores relativos e absolutos, foi realizada análise de variância (ANOVA *one way*) para comparação das médias das variáveis leucócitos, neutrófilos, linfócitos, monócitos e eosinófilos entre os diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória nos indivíduos do mesmo sexo e mesmo estágio

maturacional. Para localizar as diferenças estatísticas encontradas nas análises de variância, foi utilizado o teste de comparação múltipla de *Tukey*.

Por fim, os dados do SI foram categorizados segundo as hipóteses pré-estipuladas no estudo. Utilizou-se o cálculo de regressão logística binária, mediante estimativa do *Odds Ratio* (OR), para verificar se a variável independente (sexo, maturação sexual e aptidão cardiorrespiratória) está associada com a variação do SI. Adotou-se intervalo de confiança de 95%, com nível de significância estipulado em $p < 0,05$ para todas as análises.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da Amostra

Através dos critérios preestabelecidos para o desenvolvimento do estudo, com 242 adolescentes avaliados, 7 meninos e 2 meninas foram excluídos por não terem completado toda a bateria de testes proposta durante a pesquisa, e por apresentarem, nos resultados das análises bioquímicas das células do sistema imunológico valores acima ou abaixo dos valores de referências estipulados (DALLMAN,1977). Assim, permaneceu-se com um montante de 233 adolescentes para a análise, sendo 45% do sexo masculino e 55% do sexo feminino. Os valores absolutos das variáveis antropométricas analisadas são apresentadas na **Tabela 7**.

Tabela 7. Caracterização da amostra expressa em média e desvio padrão

	Rapazes (N=102)		Moças (N= 131)	
	Média	DP	Média	DP
Idade (anos)	14,95	1,30	14,69	1,19
MC (kg)	56,56	10,38	50,90	8,89
Estatura (cm)	167,24	8,33	159,81	6,79
IMC (Kg/m ²)	20,09	2,71	19,88	2,98
PC (cm)	69,30	6,70	64,97	5,75
%G (%)	15,79	6,92	23,18	5,78

N: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

MC: massa corporal em quilogramas (kg); IMC: índice de massa corporal; PC: perímetro da cintura em centímetros (cm); %G: percentual de gordura subcutânea.

Na seqüência foi calculado o percentil do IMC para análise do estado nutricional, através das classificações propostas para a população mundial (COLE et al., 2001, COLE et al., 2007). Os resultados demonstraram que 27,8% dos rapazes (16,7% sobrepeso, 11,1% obesos) e 13,2% das moças (7,6% sobrepeso, 5,6% obesos) apresentaram índices acima do percentil 85, com maior prevalência de sobrepeso para os meninos.

Recentemente foi observado que este problema, de excesso de peso nos adolescentes no Brasil, já atingiu a casa dos 16,7%, (17,9% em meninos e 15,4% meninas) alcançando um pico maior de indivíduos, acima do peso, no início da adolescência e diminuindo com o passar da idade (IBGE, 2006). Entre as regiões com maiores porcentagens, as regiões sul (22,6%) e sudeste (21,55) foram as que se destacaram. Esta evidência está diretamente associada às condições socioeconômicas, ou seja, uma porcentagem de 8,5% nas classes de menor renda (até meio salário mínimo) e até 28,2% nas classes de maior renda (de 5 ou mais salários mínimos) (IBGE, 2006).

Dados internacionais de países em desenvolvimento (Ásia, África, América Latina, Caribe, Oceania) revelam também ampla variabilidade das taxas de sobrepeso para crianças abaixo de 5 anos, mas com uma média de prevalência de 3,3% (ONIS; BLÖSSNER, 2000). Em estudos com adolescentes, os índices já são alarmantes, na Irlanda entre quatro jovens um apresenta sobrepeso ou obesidade, obtendo taxas de 23% para meninos e 28% para meninas (WHELTON et al., 2007).

Nos Estados Unidos, os dados estão superando mais de 10% nas crianças de 2 a 5 anos e mais de 15% para as idades entre 6 a 19 anos, representando o triplo de indivíduos considerados acima do peso (STEIN; COLDITZ; 2004)

A consequência do estado nutricional inadequado é geralmente influenciado pela inatividade física, alimentação inadequada, em que resultam implicações à saúde que, de um modo geral, aumentam diretamente os fatores de risco para várias doenças (KATZAMARZYK et al., 2004; BIDDLE; GORELY; STENSEL, 2004).

Além disso, as modificações que ocorrem no estado nutricional dos adolescentes também sofrem influências genéticas, ambientais, hormonais, sociais, culturais, e estão relacionadas com o aumento da massa corporal e o desenvolvimento físico, compreendendo também a maturação biológica dos órgãos e sistemas (BIANCULLI, 1995; MATSUDO; MATSUDO, 1991).

O perfil maturacional dos adolescentes deste estudo é caracterizado como púbere (TANNER, 1962): 5,9% (rapazes) e 9,2% (moças) encontram-se estágio 2 da maturação sexual; 8,8% e 16% no estágio 3; 44,1% e 9,5% no estágio 4; 41,2 15,3% no estágio 5.

Esse perfil é descrito na literatura e revela que quanto mais avançado o desenvolvimento pubertário, mais próximo ele se encontra do estado adulto efetuado pelo crescimento e desenvolvimento (ARAÚJO (1985) citado por TOURINHO FILHO; TOURINHO, 1998).

Em vista do desenvolvimento do período pubertário, existe uma variabilidade biológica bastante acentuada para ambos os sexos; o pico de mudanças nas meninas acontece no estágio três e para os meninos no estágio quatro de maturação sexual (MARCHAL; TANNER, 1978 citado por MATSTUDO; MATSTUDO, 1991).

Entre os diversos fatores reguladores maturacionais, fatores adicionais como condições sociais, econômicas, culturais e biológicas da família, contribuem também na maturação do indivíduo, porém não revelam a porcentagem que tais fatores influenciam na maturação sexual (UNICEF, 2001; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

4.2 Aptidão Cardiorrespiratória dos adolescentes

Ao destacar que uma boa condição cardiovascular é um relevante indicador cardiorrespiratório (ACSM, 2003), na **Tabela 8** são apresentados a média e o desvio padrão da aptidão cardiorrespiratória dos adolescentes.

Tabela 8. Aptidão cardiorrespiratória dos adolescentes de ambos os sexos, com dados apresentados em média e desvio padrão.

	Meninos (N=102)		Meninas (N=131)	
	Média	DP	Média	DP
Voltas	59	18,92	34,59	11,59
Velocidade final (km/h)	11,82	1,02	10,47	0,71
FC máx (bpm)	195	11,31	196,51	13,06
$\dot{V}O_{2\text{máx}} \text{ rel (ml}^{-1}\text{kg}^{-1}\text{min}^{-1}\text{)}$	47,94	5,37	40,83	4,69
$\dot{V}O_{2\text{máx}} \text{ abs (L}^{-1}\text{min}^{-1}\text{)}$	2,70	0,51	2,06	0,35

N: números de indivíduos; DP: desvio padrão.

FC: Frequência Cardíaca máxima, em batimentos por minuto (bpm) verificado no final do teste de aptidão cardiorrespiratória;

VO₂máx rel: Volume máximo de oxigênio relativo ao peso corporal (ml.kg⁻¹.min⁻¹)
 VO₂máx abs: Volume máximo de oxigênio absoluto (L.min⁻¹)

Os achados da velocidade final corroboram a pesquisa realizada por Machado et al. (2002) na qual identificou, em picos do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, uma velocidade máxima média alcançada, variando entre 11 Km/h e 13 km/h para meninos e meninas. A velocidade final, em média, observada em nossos estudos, foi de 11,82 km/h para meninos e de 10,47 km/h para meninas, caracterizando como um bom indicador aeróbio para a população avaliada. Machado et al. (2002) observaram que a melhora na economia da corrida é atribuída ao equivalente ventilatório, reduzindo o gasto energético da musculatura respiratória e concomitantemente a maior amplitude das passadas da corrida por consequência do aumento dos membros inferiores.

Com relação aos valores mínimos e máximos da velocidade máxima do presente estudo, observou-se grande instabilidade da capacidade de corrida, que variaram entre 8,5 km/h a 14 km/h e meninas 8,5 km/h a 12,5 km/h. Estes resultados, de acordo com o estudo Brito et al. (1999), notaram variações da capacidade aeróbia nesta idade para ambos os sexos.

Os resultados do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo foi entre 29 e 59 ml.kg⁻¹.min⁻¹ para os meninos, tendo como média ponderada de 40,83 ml.kg⁻¹.min⁻¹ e para as meninas obtiveram-se valores entre 25 e 53 ml.kg⁻¹.min⁻¹, tendo como média 47,92 ml.kg⁻¹.min⁻¹. Estes achados são similares a outros estudos que relatam valores para os meninos entre 42 e 49 ml.kg⁻¹.min⁻¹ e para as meninas de 36 a 38 ml.kg⁻¹.min⁻¹ (ARMSTRONG, et al., 1996); enquanto em outro estudo verificou-se uma variância de 38 a 52 ml.kg⁻¹.min⁻¹ para meninos e 33 a 42 ml.kg⁻¹.min⁻¹ para meninas (RODRIGUES et al, 2006). Rodrigues et al. (2006), ainda destacam que os valores do seu estudo foram considerados bons indicadores aeróbios.

Os dados de NHANES entre 1999 a 2002, para o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, correlacionado com a idade, demonstraram que para ambos os sexos a idade de 12 e 13 anos, quando comparada com as outras idades, foi a que apresentou menor valor do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ em todos os percentis (PATE, et al., 2006). Pate et al. (2006) descrevem também que

jovens mais ativos fisicamente manifestam maiores níveis de condicionamento aeróbio do que os menos ativos; um terço da amostra do estudo foi considerada com bom condicionamento aeróbio.

Na **Tabela 9** está representada a distribuição percentilica dos adolescentes por nível de aptidão cardiorrespiratória. Nota-se um quadro significativo de indivíduos com fraco condicionamento aeróbio (em termos relativos: 18,9% no geral; 21,6% para meninos; 16,8% para meninas) e muito fraco condicionamento aeróbio (em termos relativos: 1,7% no geral; 0,9% para meninos; 16,8% para meninas). Esses dois grupos, quando agrupados, expõem um quinto da amostra total, para ambos os sexos: apresentam valores inferiores de aptidão cardiorrespiratória (fraco e muito fraco). A descrição dessas prevalências está subdividida em cinco categorias do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (**Tabela 9**).

Tabela 9. Distribuição percentilica dos adolescentes de ambos os sexos e geral por nível de aptidão cardiorrespiratória.

	Geral		Meninos		Meninas	
	Relativo	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo	Absoluto
Excelente	31,8% (N=74)	48,1% (N=112)	21,6% (N=22)	55,9% (N=57)	39,7% (N=52)	42,0% (N=55)
Boa	25,8% (N=60)	19,7% (N=46)	27,5% (N=28)	14,7% (N=15)	24,4% (N=32)	23,7% (N=31)
Regular	21,9% (N=51)	11,2% (N=26)	28,4% (N=29)	11,8% (N=12)	16,8% (N=22)	10,7% (N=14)
Fraca	18,9% (N=44)	9,9% (N=23)	21,6% (N=22)	10,7% (N=11)	16,8% (N=22)	9,2% (N=12)
Muito Fraca	1,7% (N=4)	11,2% (N=26)	0,9% (N=1)	6,9% (N=7)	2,3% (N=3)	14,5% (N=19)

Os resultados indicam que 20,6% dos indivíduos de ambos os sexos estão com baixa capacidade aeróbia. Em estudo similar, Pate et al. (2006) encontraram

uma prevalência de 33% dos jovens considerados com baixos níveis de capacidade aeróbia.

Com relação às prevalências da capacidade aeróbia pesquisas apontam que a diminuição do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ rel. pode estar associada à redução da prática de atividade física durante a adolescência, corroborando alguns estudos que apontam que maiores níveis de atividade física estão associados a elevados valores de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (PINHO; PETROSKI, 1997; BRUM et al.; 2004).

Reed et al. (2006) em estudo retrospectivo, realizado nas últimas duas décadas, evidenciaram um declínio significativo de 13,7% para rapazes e 8,5% para moças no desempenho aeróbio entre jovens canadenses, e apontam uma tendência secular de diminuição cada vez maior da capacidade aeróbia. Consistente com esse retrato do declínio na aptidão aeróbia, Wennlöf et al. (2006) mostrou uma tendência de baixa na aptidão aeróbia, em cinco décadas de estudo, principalmente entre os adolescentes com idades próximas da vida adulta. Recentemente estas averiguações sobre a baixa do condicionamento dos jovens vêm sendo conseqüência fundamental da falta de atividade física regular e também do conseqüente aumento da gordura corporal (TOMKINSON et al., 2003).

Mcmurray et al. (2003), ao avaliarem 1200 jovens saudáveis, não envolvidas em práticas regulares de exercício físico, demonstraram um declínio do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ rel. de 11 a 20% em meninos com idades de oito a 16 anos. Da mesma forma, outras pesquisas analisando a estabilidade do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ da infância até a fase adulta, demonstraram declínio da potência aeróbia com o passar da idade (MALINA et al., 1996; MCMURRAY et al., 2003).

Mesmo não sendo o objetivo do estudo verificar se existem diferenças na capacidade aeróbia entre meninos e meninas, os resultados descritivamente apontam nesta direção; em pesquisa realizada verificando qual a proporção desta diferença entre os sexos, esta pode variar entre 8 a 18% (DENCKER, et al., 2007). No mesmo estudo, as explicações são fundamentadas pela diferença na composição corporal, nível de atividade física diária, padrão de movimento, frequência cardíaca máxima que cada gênero tem adquirido com o passar dos anos (DENCKER, et al., 2007).

Por conseguinte, a precaução na interpretação dos resultados da aptidão aeróbia nesta fase de desenvolvimento deve sempre vir acompanhada dos confrontos com diversos fatores que a influenciam. Além disso, as mudanças estruturais, hormonais e bioquímicas decorrentes do período da adolescência (MALINA; BOUCHARD, 2002), também podem ser resultado da prática regular de exercícios que propiciam modificações cardiovasculares, fisiológicas e hematológicas.

4.3 Parâmetros Imunológicos dos adolescentes: diferenças entre os sexos

Inicialmente, partindo do princípio de que o parâmetro do sistema imunológico em estado normal é fundamental para constatar o estado de saúde de cada indivíduo em todas as idades (KARAZAWA; JAMRA, 1989), estão representados nas **Tabelas 10, 11 e 12** os valores médios dos leucócitos, eosinófilos, linfócitos, monócitos, segmentados e neutrófilos entre meninos e meninas, levando em consideração os estágios de maturação sexual.

Tabela 10. Contagem diferencial de células do SI do sangue descritivos entre rapazes e moças.

	Meninos (N=102)		Meninas (N=131)		<i>t</i>	p
	Média	EPM	Média	EPM		
Leucócitos (ml)	5697,16	128,2	6496,92	149,4	3,959	0,000
Eosinófilos (ml)	286,17	22,4	211,13	17,5	2,644	0,009
Linfócitos (ml)	1882,33	49,5	1970,16	46,5	1,287	0,199
Monócitos (ml)	255,02	15,3	273,13	14,8	0,846	0,399
Segmentados (ml)	3288,12	109,8	4023,86	132,8	4,145	0,000
Neutrófilos (ml)	3306,99	112,0	4101,24	133,5	4,431	0,000

N: número de indivíduos; EPM: erro padrão da média; ml: contagem de células por mililitro de sangue; *t*: resultado do teste *t* de Student.

Ao observar a média da contagem de leucócitos entre os sexos, verificou-se maior quantidade de células no sexo feminino. Estas diferenças, no entanto, não

foram observadas em contagens celulares do SI no estudo que comparou meninos e meninas saudáveis entre 12 a 19 anos (BARTLETT et al., 1998). Esta pesquisa, ao verificar a contagem de leucócitos entre os sexos, relatou o mesmo comportamento de maior quantidade em meninas ($7,28 \times 10^6/\text{ml}$), do que em meninos ($6,92 \times 10^6/\text{ml}$), porém sem significância. Se comparado às etnias (afro-americana vs latino-americana), para ambos os sexos, verificou, significativamente, maiores diferenças na contagem de células nos adolescentes latino-americanos (BARTLETT et al., 1998).

Com a maior quantidade de leucócitos constatada para as meninas, tal resposta imunológica entre os sexos pode ser explicada, pois o sexo feminino tem maior produção celular imunológica, maior reação imune humoral e é mais resistente contra certas infecções do que o sexo masculino (BOUMAN et al., 2005).

Os resultados das subfrações do SI, apresentados na **Tabela 10**, também demonstraram diferenças na contagem de eosinófilos, segmentados e neutrófilos entre meninas e meninos. Com relação às diferenças na contagem diferencial das células do SI entre os sexos, apenas os eosinófilos demonstraram maior quantidade nos meninos, quando comparado com as meninas, tanto em contagem quanto em porcentagem. Quando destacada a porcentagem de eosinófilos no sangue, esta pode variar de zero a 7,8% para adulto (BALESTIERI, 2006, p. 27) e outra proposta é de valores médios de 2 a 3% para jovens (DALLMAN, 1977).

Das diferenças significativas encontradas entre os sexos nas porcentagens dos eosinófilos ($t = 3.316$, $p=0.001$), os meninos obtiveram média de 5,56% e erro padrão da média (EPM) de 0,53. As meninas, médias de 3,53% e EPM= 0,30. Essa maior porcentagem pode ser resultante de uma maior quantidade em contagem e porcentagem das imunoglobulinas “E”, que funcionalmente aumenta a produção de eosinófilos no sexo masculino, do que no sexo feminino (SIROUX et al., 2004).

Mas, ao mesmo tempo, limitações norteiam esta interpretação na distribuição dos eosinófilos, quanto ao controle hormonal e também sobre a utilização de anticoncepcional, que no mesmo estudo relata que o uso deste medicamento contraceptivo causa aumentos na contagem de eosinófilos (SIROUX et al., 2004). Outra limitação seria no controle da regulação da secreção de citocinas (TH-1, TH-2,

IL-5, IL-13 e IFN- γ) e também dos componentes alérgicos inflamatórios que poderiam estar instalados no organismo dos indivíduos, porém assintomáticos; desta forma, poderiam estimular a proliferação desta célula (LUI et al., 2006).

Quanto à distribuição celular dos segmentados, as meninas apresentaram maior diferença ($t=3,373$; $p=0,001$) na quantidade absoluta e percentílica, se comparada com a dos meninos. Estas células são caracterizadas como as mais jovens células dos neutrófilos (correspondem a 10% dos segmentados e 5 a 6% dos linfócitos circulantes) e são importantes para a reconstituição dos neutrófilos (LORENZI, 1999, p.130). A diferença encontrada pode ser explicada pela contagem dos neutrófilos.

Constatamos, significativamente, maiores contagem e porcentagens de granulócitos ($t= 4,036$, $p=0,001$) entre meninas e meninos no presente estudo. Obtivemos um valor de 61,88% (EPM=0,80) para as meninas e 56,61% (EPM=1,06) para os meninos. Em outros estudos similares, não foram encontradas diferenças entre os sexos para os granulócitos (BARTLETT et al., 1998; BARTLETT et al., 2001).

Sob esse aspecto, a diferença observada pode ser dada pela maior quantidade de leucócitos presentes nas meninas; por sua vez, os neutrófilos, que são as células em maior porcentagem média no sangue, 55%, podendo variar de 34,6% a 71,4%, também responderiam desta forma (BALESTIERI, 2006)

4.4 Parâmetros Imunológicos dos adolescentes: diferenças entre os estágios maturacionais

Diante das diferenças nos resultados do SI entre os sexos e apoiado pela literatura que relata a interação do sistema imunológico com o sistema neuroendócrino (WILSON, 2003; BOUMAN, et al., 2005; KHORRAM et al., 2007) as **Tabelas 11 e 12** apresentam a comparação entre os estágios maturacionais da contagem (ml) das células do sistema imunológico para ambos os sexos.

Tabela 11. Contagem de células imunológicas entre estágios maturacionais para o sexo masculino.

RAPAZES										
	Estágios Maturacionais								F	p
	2 (N=6)		3 (N=9)		4 (N=41)		5 (N=41)			
	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM		
Leucócitos	5848,8	668,8	5544,4	303,2	5848,8	220,39	5685,7	180,4	0,156	0,926
Eosinófilos	302,2	68,8	244,3	43,3	302,1	39,4	278,8	37,1	0,158	0,924
Linfócitos	1930,5	273,5	1772,0	169,0	1930,4	86,5	1890,0	67,2	0,241	0,868
Monócitos	252,4	45,3	294,9	73,3	252,3	25,0	252,9	21,2	0,209	0,890
Segmentado	3354,1	637,9	3202,6	248,2	3354,1	189,2	3302,2	154,6	0,081	0,970
Neutrófilos	3376,3	630,3	3202,6	248,2	3376,3	194,4	3328,3	158,8	0,083	0,969

EPM: Erro padrão da média. F: resultado da análise de variância entre os estágios maturacionais.

Post Hoc Tukey: “a”: estágio diferente do estágio 2; “b”: estágio diferente do estágio 3; “c”: estágio diferente do estágio 4. *p<0,05

Os resultados da análise de variância das porcentagens entre os estágios maturacionais indicaram que não existem diferenças significativas para os meninos (Tabela 11).

As meninas apresentaram diferenças entre os estágios 4 e 5 de maturação sexual nos valores absolutos dos leucócitos e segmentados (Tabela 12).

Tabela 12. Contagem de células imunológicas entre estágios maturacionais para o sexo feminino.

MOÇAS										
Estágios Maturacionais										
	2 (N=6)		3 (N=9)		4 (N=41)		5 (N=41)		F	p
	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM		
Leucócitos*	6775,0	563,4	6176,2	342,9	6889,6 ^f	187,3	5665,0	407,1	2,720	0,047
Eosinófilos	179,8	40,4	177,6	26,8	251,1	25,2	175,6	48,3	1,275	0,288
Linfócitos	2022,1	125,7	2126,3	113,1	1990,6	64,1	1735,2	105,9	1,909	0,132
Monócitos	348,6	49,5	221,0	22,2	272,7	19,9	279,3	44,2	1,497	0,219
Segmentados*	4306,1	586,3	3670,5	333,3	4383,6 ^f	158,0	3250,2	330,8	3,069	0,030
Neutrófilos	4343,4	591,9	3733,3	340,3	4423,5	162,1	3530,2	331,5	2,070	0,108

EPM: Erro padrão da média. F: resultado da análise de variância entre os estágios maturacionais.

Post Hoc Tukey: “a”: estágio diferente do estágio 2; “b”: estágio diferente do estágio 3; “c”: estágio diferente do estágio 4. * $p < 0,05$

Mesmo não encontrando diferenças significativas para os valores médios das células do SI entre os estágios pubertários, descritivamente esses apresentaram valores superiores ao estágio 5, considerado pós-púbere. Em contrapartida o estudo de Timmons; Tarnopolsky; Snider, 2006, mostrou resultado diferente, em que a contagem de todas as células para meninos e meninas durante o estado de repouso apontou valores significativamente superiores ao estágio 5, em face dos demais estágios maturacionais

Outra limitação que pode ser designada é a de que se tivéssemos indivíduos pré-púberes, estágio 1 de maturação sexual, apresentaríamos um quadro diferente da pesquisa, abordando todos ciclos púberes, além de que os parâmetros imunológicos poderiam apresentar diferença entre pré-púberes, púbere e pós-púberes, como foi verificado no estudo de Barillet et al. (2001).

Com estas retificações, a variabilidade dos parâmetros imunológicos de crianças e adolescentes são decorrentes da idade, sexo e etnia, e também pelos estágios maturacionais em que o indivíduo se encontra (BARTLETT et al.; 2001). Entretanto a interpretação das respostas deve ser cautelosa para cada período de maturação, uma vez que, entre as diferenças da secreção hormonal em determinado estágio maturacional e até mesmo em determinado momento do dia, pode vir a interferir positivamente ou negativamente nestes parâmetros imunológicos.

Certamente, o GH, prolactina, IGF-1 e somatomedinas estarão influenciando a função imunológica em adição do desenvolvimento e crescimento (BURGUESS et al., 1991). Corroborando este apontamento, Malina e Bouchard (2002) informaram que os picos de pulso hormonal, principalmente o GH, acontecem entre o estágio 3 e 4, e diretamente influenciam a imunorregulação. Já outro estudo relata que, com o final do crescimento e desenvolvimento do indivíduo, o timo, depois do período púbere, diminui gradativamente sua funcionalidade e, conseqüentemente, haverá desaceleração a longo prazo da funcionalidade imunológica (ASPINALL, 2000).

4.5 Parâmetros Imunológicos dos adolescentes: diferenças entre os diferentes índices de aptidão aeróbia

A literatura, em diversos estudos, aponta que o exercício, enquanto modelo mensurável de estresse do organismo provoca alterações funcionais ao SI (SMITH, 1991; BRINES et al., 1996; PEDERSEN et al., 1999; ; WOODS et al., 1999 PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000; MALM, 2001; COSTA ROSA; VAISBERG, 2002; NASCIMENTO et al., 2004; TIMMONS, 2006; MALM, 2006; GLESSON, 2007).

Considerando-se a hipótese de que os indivíduos com maiores índices da aptidão cardiorrespiratória poderão apresentar perfil diferenciado do sistema imunológico, uma vez que se reconhece o exercício físico regular como fator de estresse adaptativo fisiológico para o aumento da capacidade aeróbia (WELSMAN; ARMSTRONG, 1996; BASSET et al., 2000).

Os resultados para os meninos estão descritos nas **Tabelas 13 e 14**, em que observamos o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo ao peso corporal com a contagem (ml de sangue) da célula do sistema imunológico, e na **Tabela 16**, o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto ao peso corporal ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs: $L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), sendo também apresentadas as análises de variância entre os níveis da aptidão cardiorrespiratória com os valores absolutos e relativos das células do sistema imunológico.

Tabela 13 Comparação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ rel com a contagem (ml de sangue) de células do SI dos rapazes

RAPAZES										
	Aptidão Cardiorrespiratória (relativo)								F	p
	Excelente		Boa		Regular		Baixa			
	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM		
Leucócitos	5819,0	274,7	5662,9	267,6	5793,1	366,6	5760,8	268,8	0,050	0,985
Eosinófilos	270,2	59,7	275,6	32,8	322,6	54,3	267,8	43,5	0,316	0,814
Linfócitos	1936,7	93,2	1959,0	100,5	1748,0	104,5	1984,3	105,1	1,212	0,310
Monócitos	261,8	37,5	229,8	26,5	268,8	23,7	268,9	42,5	0,383	0,766
Segmentado	3316,5	260,3	3213,7	222,4	3511,0	302,4	3244,3	226,9	0,291	0,832
Neutrófilos	3327,3	259,7	3239,3	233,3	3528,2	308,4	3275,4	230,7	0,261	0,854

EPM: Erro padrão da média; * $p < 0,05$; F: resultado da análise de variância do SI entre os níveis de condicionamento cardiorrespiratório;
 Post Hoc Tukey: “a”: diferente do grupo com excelente aptidão; “b”: diferente do grupo com boa aptidão; “c”: diferente do grupo com regular aptidão.

Tabela 14. Comparação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs com a contagem (ml de sangue) de células do SI dos rapazes

RAPAZES										
	Aptidão Cardiorrespiratória (absoluto)								F	p
	Excelente		Boa		Regular		Baixa			
	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM		
Leucócitos	5805,2	166,9	6153,3	625,0	5109,0	369,6	5658,8	357,1	1,054	0,373
Eosinófilos	277,1	31,4	316,3	63,1	314,0	74,7	272,2	57,6	0,178	0,911
Linfócitos	1902,4	72,7	1924,1	138,7	1777,1	142,7	1943,8	100,7	0,256	0,857
Monócitos	255,2	18,9	287,8	42,8	216,7	49,7	255,4	48,1	0,431	0,731
Segmentados	3378,7	141,0	3650,4	508,7	2901,4	292,6	3152,8	351,4	0,841	0,474
Neutrófilos	3395,0	143,0	3667,2	516,3	2905,8	292,0	3206,1	370,3	0,790	,502

EPM: Erro padrão da média; F: resultado da análise de variância do SI entre os níveis de condicionamento cardiorrespiratório;

Post Hoc Tukey: “a”: diferente do grupo com excelente aptidão; “b”: diferente do grupo com boa aptidão; “c”: diferente do grupo com regular aptidão.

* $p < 0,05$

Os resultados para os adolescentes do sexo masculino na porcentagem de células do SI também não diferiram entre os níveis de aptidão cardiorrespiratória. Essa resposta pode ser explicada pela grande complexidade que envolve o SI, pois existe uma variabilidade de fatos que envolvem este sistema, como, por exemplo, as funções de cada célula, a ação neuroendócrina e somado a isso, o fator do exercício físico (GLESSON, 2007).

Através desse resultado encontrado, apontamos limitações desta análise, pois o controle das atividades realizadas diariamente em cada indivíduo foi tido como substancial, assim como cada estímulo externo ou interno que o indivíduo tenha, irá desencadear numa resposta fisiológica e esta poderá alterar, mesmo que dentro da normalidade, alguma regulação imunológica (BRENNER et al., 1998).

Esta informação sobre as atividades anteriores realizadas pelos adolescentes é praticamente inviável de se ter controle.

A literatura acerca do assunto sobre as exposições das células do sistema imunológico de acordo com o estresse fisiológico, em especial o exercício e, mais

especificamente, o trabalho aeróbio retrata que a magnitude e direcionamento da resposta imunológica, quando verificados 24h depois de alterações provocadas transitoriamente pelo exercício, já retornam ao estado basal, com exceção das citocinas (HOFFMAN-GOETZ et al., 1990).

Mas dados do efeito longitudinal do exercício, a pesquisa de Sugiura et al. (2000) revelam que o exercício aumenta a funcionalidade dos macrófagos e maior proliferação dos linfócitos.

Glesson et al. (1995), avaliaram em atletas jovens do sexo masculino o efeito do treinamento sobre o SI. Não verificaram mudanças na contagem de leucócitos e linfócitos a longo prazo; desta forma, concluem a relação de manutenção da proliferação celular dos indivíduos treinados.

Nemet et al. (2002) pesquisou jovens lutadores de *wrestling*, com um elevado condicionamento aeróbio, verificou-se em repouso uma média de leucócitos de 6993 células por mililitro de sangue, ou seja, valores mais elevados que o presente estudo, onde observamos uma média absoluta de 5819 células por mililitro de sangue e em relativo de 6153,3 células por mililitro de sangue.

Quanto ao sexo feminino, os resultados das análises de variância entre as classificações do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ com o SI são apresentados nas **Tabelas 15 e 16**, relativo e absoluto respectivamente.

Tabela 15. Comparação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ rel. com a contagem (ml de sangue) de células do SI das moças.

MOÇAS										
	Aptidão Cardiorrespiratória (relativo)								F	p
	Excelente		Boa		Regular		Baixa			
	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM		
Leucócitos	6467,3	233,8	7006,4	345,7	6540,9	508,6	6296,0	356,8	0,775	0,510
Eosinófilos	189,7	295,7	218,3	37,8	280,0	47,0	241,5	53,9	1,075	0,364
Linfócitos	1983,9	77,2	2011,4	109,9	1965,3	127,3	1926,0	80,5	0,117	0,950
Monócitos	262,1	24,1	295,3	30,1	270,9	27,7	269,1	40,2	0,257	0,856
Segmentados	3988,6	209,0	4503,3	276,6	4069,5	494,6	3790,1	313,3	0,946	0,421
Neutrófilos	4017,5	211,4	4578,7	289,3	4125,6	502,1	4004,5	295,7	0,818	0,486

EPM: Erro padrão da média;

Post Hoc Tukey: “a”: diferente do grupo com excelente aptidão; “b”: diferente do grupo com boa aptidão; “c”: diferente do grupo com regular aptidão.

* $p < 0,05$

Interessante notar que, quando os dados do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ foram categorizados de forma relativa ao peso corporal, a contagem de células do SI entre as aptidões físicas categorizadas não apresentaram diferenças significativamente. Porém, quando o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ foram expressos na forma absoluta, estes apresentaram diferenças significativas de regular para com uma excelente aptidão cardiorrespiratória na contagem absoluta dos leucócitos.

Esses achados podem ser consistentes com a teoria do “open window” (HOFFMAN-GOETZ; PEDERSEN, 1994), a curva em “J” que descreva a relação do exercício intenso com infecções (NIEMAN, 1994) e mais recentemente com a proposta da curva em “S” sobre proteção contra infecções principalmente em atletas (MALM, 2007). Com base na literatura, podemos relatar que, com essas diferenças, as meninas, com excelente condicionamento, não apresentam excesso de treinamento quando referido com os valores do SI, que apresentam valores discrepantes quando neste estado (GLESSON, 2006, p. 255).

Tabela 16. Comparação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs. com a contagem (ml de sangue) de células do SI das moças

MOÇAS										
Aptidão Cardiorrespiratória (absoluto)									F	p
Excelente		Boa		Regular		Baixa				
Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM			
Leucócitos *	6972,2	272,9	6341,9	310,3	5692,8 ^a	313,1	6516,1	357,0	2,831	0,027
Eosinófilos	257,5	30,6	193,1	39,3	170,1	26,7	197,0	36,1	1,025	0,399
Linfócitos	2014,7	83,4	1829,5	92,2	1971,0	104,6	2058,1	91,4	0,852	0,495
Monócitos	280,3	21,8	265,7	36,6	234,5	33,3	286,5	27,2	0,578	0,679
Segmentado	4390,5	241,6	3912,1	288,1	3369,0	276,3	4056,9	320,7	2,302	0,062
Neutrófilos	4431,2	246,9	4115,7	276,9	3407,3	274,4	4101,7	329,4	2,205	0,072

EPM: Erro padrão da média;

Post Hoc Tukey: “a”: diferente do grupo com excelente aptidão; “b”: diferente do grupo com boa aptidão; “c”: diferente do grupo com regular aptidão.

* $p < 0,05$

Desta forma não podemos deixar de colocar que os fatores nutricionais poderão estar limitando também a análise desses resultados, porquanto quando verificados tais estudos com consumo de carboidratos, suplementação com óleo de tubarão e outros componentes, nota-se normalização mais rápida do SI, quando comparados com indivíduos não suplementados com esses substratos (PEDERSEN; TOFT, 2000; KROTKIEWSKI et al., 2003; GLESSON, 2006).

4.6 Associações entre as variáveis do sistema imunológico com a capacidade aeróbia

4.6.1 Disposição celular do Sistema imunológico associado com o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo

Com o objetivo de examinar uma das hipóteses do presente estudo, a relação do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo à disposição das células do SI é primeiramente apresentada nos **Gráficos 1 a 6**. Observa-se, no **Gráfico 1**, a descrição da contagem dos leucócitos (ml) conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo e a reta de regressão linear, informa acerca do acréscimo ou decréscimo do número de leucócitos em função do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo. Verifica-se que os meninos apresentam uma queda do número de leucócitos com o acréscimo do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, enquanto meninas têm um ligeiro aumento do número de leucócitos com o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$. As subfrações das células do sistema imunológico são mostrada em separado, no **Gráfico 6**, para uma melhor análise dos dados para ambos os sexos.

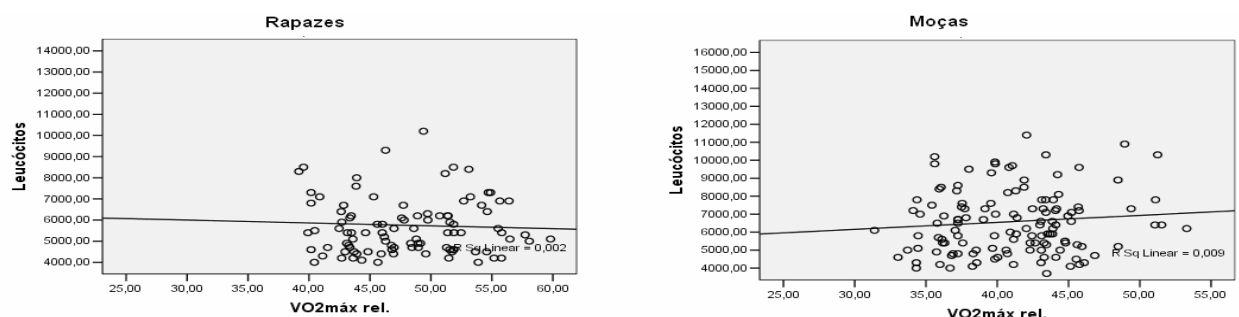
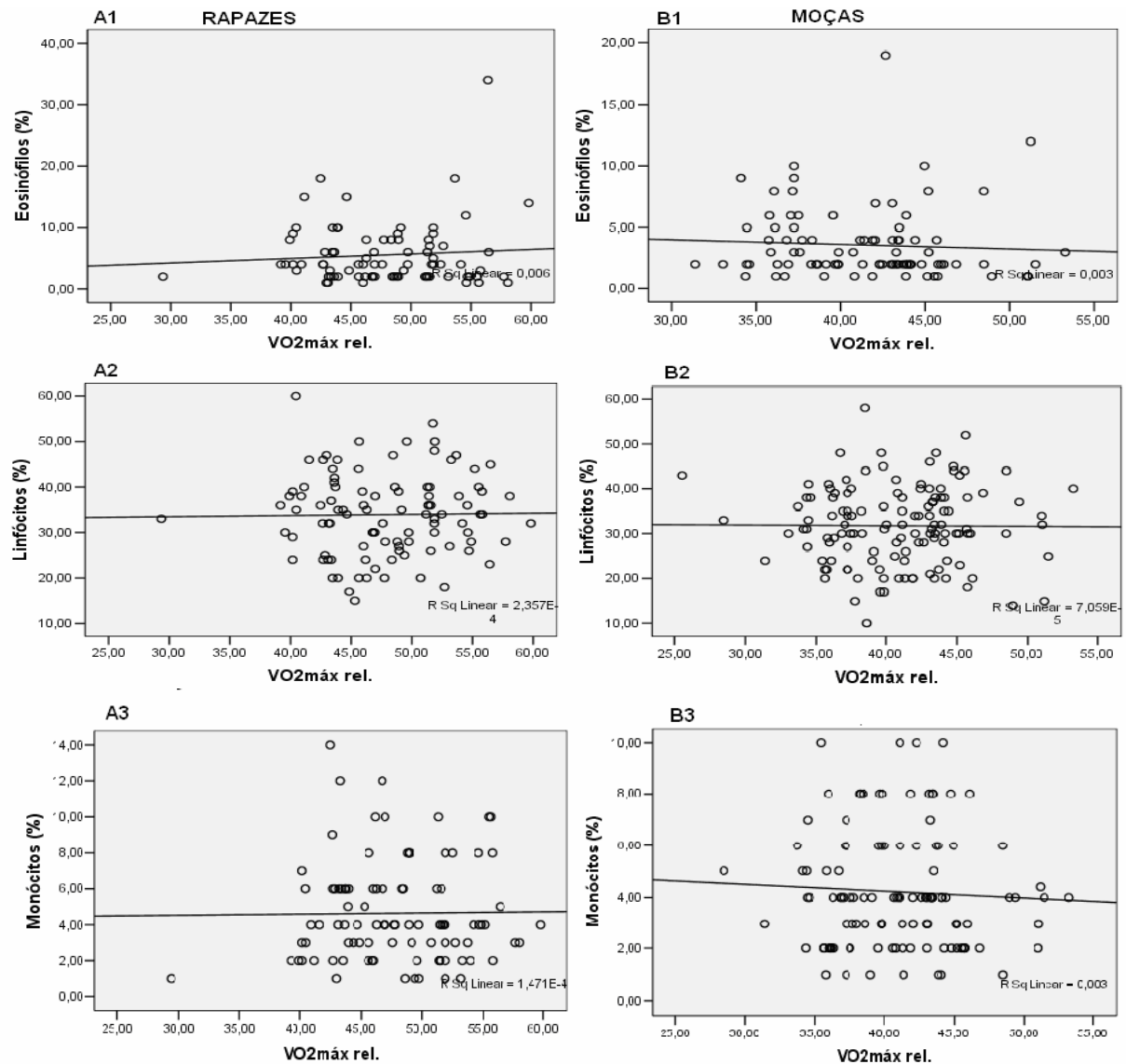


Gráfico 1. Descrição da contagem dos leucócitos (ml) conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo (ml.kg⁻¹.min⁻¹) para os rapazes e moças.

Observamos no **Gráfico 2** a descrição da contagem de eosinófilos e de linfócitos (ml) conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo, para ambos os sexos e a reta de regressão linear informa acerca do acréscimo ou decréscimo do número de eosinófilos e de linfócitos em função do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, obtendo assim dados relevantes da diferenciação, quanto ao sexo, do número de células do SI.



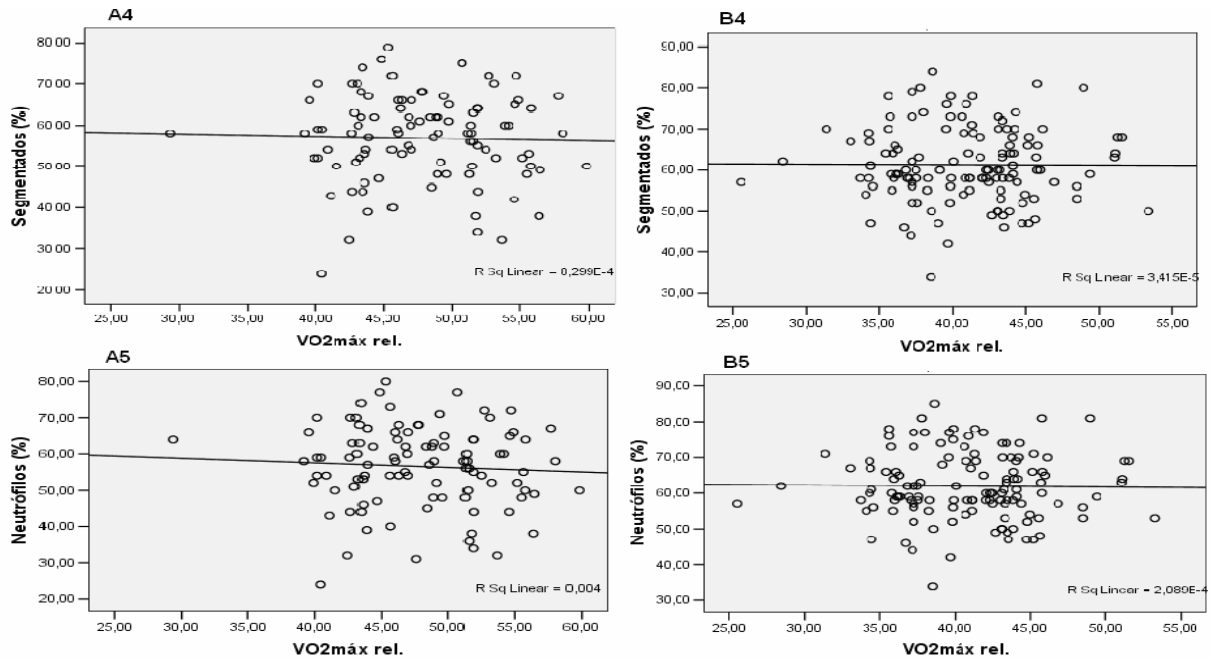


Gráfico 2: Descrição da contagem das subfrações dos SI conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) para os rapazes e moças.

Diferentemente dos leucócitos, os meninos têm um acréscimo do número de eosinófilos com o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo, enquanto as meninas têm ligeira queda desse número celular. Para os linfócitos tal reta manteve-se estável, isto é, sem aumento ou diminuição, mostrando que possivelmente não há uma correlação desse tipo celular com o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$.

No **Gráfico 2**, ainda notamos esse tipo de reta de regressão obtida através dos dados coletados; em alguns casos, há uma possível correlação entre o número de células no sangue e o aumento de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo (reta inclinada), ou não existe uma correlação (monócitos em rapazes), isto é, uma ligação direta com o aumento ou diminuição do número de células do SI com o acréscimo do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$.

Com base na disposição dos leucócitos, eosinófilos, linfócitos, monócitos, segmentados e neutrófilos circulantes, apresentados nos **Gráficos 1 e 2**, e relacionados com o aumento gradativo da aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal. Foi observado, mediante estimativa de *Odds Ratio* (OR), e seus respectivos intervalos de confiança, a associação dessas variáveis do SI com os níveis da aptidão cardiorrespiratória para rapazes e moças (**Tabela 17 e 18**) com o

objetivo de testar as hipóteses do estudo. Mas uma consideração merece destaque visto que diante das consultas à literatura, nenhum estudo abordou estas medidas de associação como também as hipóteses com a capacidade aeróbia, e sim somente os efeitos que esta produz sobre o SI.

Tabela 17. Odds ratio e intervalo de confiança entre as classificações do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ rel. ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$): bom, regular e baixo nível com a disposição das células do SI, maior e menor contagem, para o sexo masculino.

RAPAZES							
	VO2 rel	Leucócitos	Eosinófilos	Linfócitos	Monócitos	Segmentado	Neutrófilos
H1	Mod.	0,78 (0,24-2,51)	0,55 (0,15-2,02)	1,23 (0,39-3,90)	0,96 (0,29-3,13)	1,13 (0,36-3,56)	0,55 (0,17-1,77)
	Reg.	0,60 (0,18-1,93)	0,55 (0,15-2,02)	0,60 (0,18-1,93)	0,58 (0,17-1,89)	1,11 (0,36-3,45)	0,57 (0,18-1,82)
	Bai.	1,02 (0,31-3,38)	0,60 (0,15-2,36)	2,50 (0,74-8,45)	0,99 (0,28-3,43)	0,48 (0,14-1,63)	0,84 (0,25-2,77)
H2	Mod.	1,09 (0,34-3,46)	1,81 (0,49-6,68)	0,80 (0,25-2,54)	1,03 (0,31-3,34)	0,88 (0,28-2,76)	1,81 (0,56-5,87)
	Reg.	1,22 (0,39-3,85)	1,81 (0,49-6,68)	1,66 (0,51-5,36)	1,28 (0,39-4,12)	0,77 (0,25-2,40)	1,72 (0,54-5,44)
	Bai.	0,97 (0,29-3,21)	1,66 (0,42-6,56)	0,40 (0,11-1,35)	0,83 (0,23-2,90)	2,06 (0,61-6,93)	0,99 (0,30-3,24)
H3	Mod.	0,62 (0,19-2,04)	1,37 (0,35-5,27)	2,62 (0,75-9,19)	0,84 (0,22-3,15)	0,62 (0,17-2,25)	0,50 (0,14-1,68)
	Reg.	0,81 (0,25-2,65)	1,70 (0,43-6,72)	1,06 (0,34-3,31)	0,47 (0,13-1,68)	0,38 (0,11-1,33)	0,76 (0,22-2,56)
	Bai.	1,14 (0,32-4,06)	0,75 (0,19-2,96)	1,16 (0,35-3,88)	0,58 (0,15-2,23)	0,71 (0,18-2,73)	0,52 (0,14-1,85)
H4	Mod.	1,60 (0,49-5,22)	0,72 (0,19-2,80)	0,38 (0,10-1,33)	1,17 (0,31-4,38)	1,60 (0,44-5,77)	2,00 (0,59-6,73)
	Reg.	1,22 (0,37-3,96)	0,58 (0,14-2,32)	0,94 (0,30-2,93)	2,10 (0,59-7,44)	2,60 (0,75-9,00)	1,31 (0,38-4,44)
	Bai.	0,87 (0,24-3,11)	1,33 (0,33-5,27)	0,85 (0,25-2,85)	1,72 (0,44-6,36)	1,40 (0,36-5,35)	1,92 (0,54-6,74)

*p<0,05

MOD: aptidão moderada; REG: aptidão regular; BAI: baixa aptidão aeróbia

H1: Hipótese para que a distribuição das células do SI terá valores superiores ao valor da mediana quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal.

H2: Hipótese para que a distribuição das células do S terá valores inferiores ao valor da mediana quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal.

H3: Hipótese para que as distribuições das células do SI terão seus valores mais concentrados entre o percentil 33 e 66, quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal.

H4: Hipótese para que as distribuições das células do SI terão os valores mais concentrados abaixo do percentil 33 ou acima do percentil 66 quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal.

Os resultados demonstram que as associações dos valores absolutos como os de porcentagens de células do SI para com os níveis do condicionamento aeróbio para o sexo masculino, não foram significativos para o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo. Para Pedersen, Rodhe e Ostrsowski (1998) o número da resposta celular através do exercício vai depender da intensidade de estímulo que este indivíduo terá diariamente, e assim poderá alterar a resposta contra infecções.

Tabela 18. Odds ratio e intervalo de confiança entre as classificações do $\dot{V}O_2$ rel. ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$): bom, regular e baixo nível com a disposição das células do SI, maior e menor contagem, para o sexo feminino.

MOÇAS							
	VO2 rel.	Leucócitos	Eosinófilos	Linfócitos	Monócitos	Segmentados	Neutrófilos
H1	Mod.	1,13 (0,45-2,862)	0,53 (0,17-1,59)	0,63 (0,25-1,55)	0,68 (0,26-1,77)	0,58 (0,23-1,44)	2,09 (0,81-5,40)
	Reg.	0,75 (0,27-2,05)	0,21* (0,05-0,80)	0,56 (0,20-1,54)	1,12 (0,39-3,21)	1,33 (0,48-3,66)	1,02 (0,37-2,79)
	Bai.	0,57 (0,22-1,51)	0,65 (0,19-2,38)	0,73 (0,28-1,91)	1,00 (0,35-2,83)	1,17 (0,45-3,07)	0,92 (0,35-2,41)
H2	Mod.	0,71 (0,27-1,85)	1,87 (0,62-5,60)	1,57 (0,64-3,85)	1,25 (0,49-3,22)	1,71 (0,69-4,22)	0,47 (0,18-1,23)
	Reg.	1,20 (0,43-3,33)	4,60* (1,24-16,96)	1,77 (0,64-4,84)	0,89 (0,31-2,56)	0,74 (0,27-2,05)	0,97 (0,35-2,64)
	Bai.	1,60 (0,61-4,21)	1,53 (0,44-5,26)	1,16 (0,44-3,04)	0,99 (0,35-2,78)	0,84 (0,32-2,21)	1,07 (0,41-2,80)
H3	Mod.	1,94 (0,73-5,17)	1,95 (0,58-6,51)	0,73 (0,27-1,94)	0,64 (0,24-1,70)	1,18 (0,45-3,12)	1,05 (0,38-2,19)
	Reg.	3,04 (0,90-10,29)	1,95 (0,53-7,21)	0,71 (0,23-2,13)	0,89 (0,29-2,71)	1,04 (0,35-3,02)	0,78 (0,26-2,34)
	Bai.	1,44 (0,52-3,93)	1,17 (0,32-4,18)	0,36 (0,13-0,98)	1,21 (0,39-3,74)	0,61 (0,23-1,64)	0,46 (0,17-1,27)
H4	Mod.	0,51 (0,19-1,36)	0,51 (0,15-1,70)	1,36 (0,51-3,61)	1,55 (0,58-4,08)	0,84 (0,32-2,21)	0,94 (0,34-2,59)
	Reg.	0,32 (0,09-1,10)	0,51 (0,13-1,88)	1,40 (0,46-4,18)	1,11 (0,36-3,36)	0,96 (0,33-2,79)	1,26 (0,42-3,75)
	Bai.	0,69 (0,25-1,90)	0,85 (0,23-3,04)	2,76* (1,01-7,56)	0,82 (0,26-2,55)	1,61 (0,60-4,30)	2,13 (0,78-5,79)

*P<0,05 MOD: aptidão moderada; REG: aptidão regular; BAI: baixa aptidão aeróbia

H1: Hipótese para que a distribuição das células do SI terá valores superiores ao valor da mediana quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal.

H2: Hipótese para que a distribuição das células do S terá valores inferiores ao valor da mediana quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal.

H3: Hipótese para que as distribuições das células do SI terão seus valores mais concentrados entre o percentil 33 e 66, quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal.

H4: Hipótese para que as distribuições das células do SI terão os valores mais concentrados abaixo do percentil 33 ou acima do percentil 66 quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal.

Quanto às moças, na ordem de avaliar a associação independente dos índices do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo, os indicadores hipotéticos do SI demonstraram por meio dos valores absolutos 4,6 mais chances (OR= 4,60; 1,24-16,96, $p=0,022$), da regular aptidão cardiorrespiratória relativa ao peso corporal, apresentar baixos valores na contagem de eosinófilos quando comparados com seus pares com excelentes índices cardiorrespiratórios.

Como também a associação dos valores absolutos da distribuição dos linfócitos para as meninas na hipótese quatro, estes apresentaram 2,76 mais chances (OR=2,76; IC= 1,01-7,56; $p=0,047$) de a baixa aptidão cardiorrespiratória apresentar valores mais extremos na distribuição dos linfócitos dessas meninas quando comparadas com alta aptidão aeróbia.

Consistente com esses achados, a literatura descreve que a grande interação dos eosinófilos estimula a proliferação dos linfócitos T (LUI et al., 2005); com o exercício agudo, verifica-se o aumento imediato da quantidade dos linfócitos T depois do exercício (BISHOP, 2006). Entretanto ao se realizar uma bateria de exercícios, verificou-se o aumento do hormônio cortisol que parece induzir as baixas na regulação da funcionalidade dos receptores os linfócitos T (STEFANSSKI; ENGLER, 1998; UNAL et al, 2005). Pedersen et al. (1998) ainda destacam, através de modelo proposto de atividade hormonal decorrente do efeito do exercício e SI, a associação também positiva do aumento dos linfócitos com a noradrenalina.

Pedersen e Hoffman-Goetz (2000) afirmam que o aumento linfocitário pode atingir 50% a 100% do número supressivo de células em relação ao valor basal, decorrente da baixa a elevada intensidade de exercício praticado, e declaram ainda que depois de meia hora de recuperação estes valores diminuem de 30% a 50%.

Desta forma, mesmo que 16,8% a 19,1% das meninas estejam classificadas com regular e baixa aptidão cardiorrespiratória (**Tabela 9**, acima, pág.78), esses resultados da presente análise do parâmetro dos eosinófilos pode estar sendo influenciado pelo exercício intenso e resultando em mudanças na contagem dos linfócitos. Esta influência na imunodepressão dos eosinófilos com o exercício pode

ser verificada no estudo que trabalhou com intensidades de exercícios acima de 60% da intensidade máxima do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo e revelaram uma diminuição da quantidade de eosinófilos até seis horas depois das atividades (HOFFMAN-GOETZ et al, 1990).

Por sua vez, para aumentar os níveis de condicionamento aeróbio ou mantê-los dentro de um padrão pelo menos regular, Blair et al. (2004) apresentam as recomendações do ACSM sobre o acúmulo diário de trinta minutos de atividade entre moderada e vigorosa com 50% a 85% da capacidade aeróbia. Apoiado por tal informação, Bishop (2006) reporta que estímulos acima dos 70% resultam num aumento significativo dessas células. Já em intensidades menores o contraposto ocorre, relativos aumentos da proliferação dos linfócitos T, corroborando Nehlsen-Cannarella (1991), que explica que somente os linfócitos T aumentam sua proliferação, diferentemente dos linfócitos B, que têm pouca variabilidade com o exercício.

Algumas pesquisas, no entanto, apontaram que o exercício físico realizado diariamente melhora a funcionalidade de ação dos linfócitos contra infecções através do melhor trabalho dos receptores das citocinas nos linfócitos, o que pode causar um aumento até mesmo na quantidade de linfócitos circulantes (SUGIURA, et al, 2002). Em contrapartida, o exercício intenso diminui as concentrações deles e, por outro lado, uma abstinência de exercícios físicos acarretará implicações na saúde (PEDERSEN; TOFT, 2000). Já quando referido o período de crescimento e desenvolvimento referente à adolescência, reflete questionamentos sobre qual intensidade de atividades físicas este grupo deve realizar (SCHWINDT et al., 2006).

Já quando verificadas as análises de regressão das distribuições em porcentagens das células para as meninas, o monócito foi à única célula que apresentou associação da baixa aptidão cardiorrespiratória apresentar suas porcentagens mais centralmente, quando comparados com os indivíduos com elevados índices do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$. A razão atingiu 3,57 (OR=3,57; IC= 1,03-12,26; p=0,043) de chances de indivíduos com baixa aptidão ter suas porcentagens mais dentro dos valores de referência. Isto pode ser considerado relevante no exercício, porque, quando realizado o estresse, ocorre a produção de interleucinas tipo 6 (IL-6)

e esta segundo discussão de Pedersen et al. (2003) tem integração com a secreção dos monócitos, mas não causa nenhum aumento significativo; depois do exercício os valores retornam aos níveis basais.

A real funcionalidade dos monócitos com o exercício ficou evidente no estudo de Nieman et al. (1999), em que verificou que, durante atividades aeróbias, a 75% da capacidade aeróbia máxima, estas células desencadearam o processo de fagocitose. Porém essa funcionalidade vai depender da intensidade do exercício realizado (BLANNIN, 2006). A exemplo disso, o exercício exaustivo pode aumentar em até 90% a quantidade de células, pois estão associados com a atividade do cortisol, prolactina e tiroxina (WOODS et al, 1999).

Steppich et al., (2000) também demonstra uma real associação das catecolaminas com a secreção dos monócitos durante o exercício, e, nos resultados das prevalências de que aproximadamente vinte por cento das meninas estão caracterizadas com baixa condição cardiorrespiratória. Esta condição, de apresentar três vezes mais células nos valores extremos dos monócitos, pode ser paralelamente apontada pela falta de estímulos regulares, que vão causar liberação de interleucina 6 e, por consequência disso, modificar o parâmetro apontado como baixa condição aeróbia.

4.6.2 Disposição celular do Sistema imunológico associado com VO₂ absoluto

Na tentativa de tentar explicar as hipóteses do estudo através do consumo de oxigênio, estes resultados são expressos, de forma absoluta, sem a influência da massa corporal dos adolescentes (ARMSTRONG, 2006). Este indicador foi observado por meio dos **Gráficos 3** e **4** com a distribuição dos leucócitos e subfrações, respectivamente, para rapazes e moças.

Observamos, no **Gráfico 3**, a descrição da contagem dos leucócitos (ml), conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto, e a reta de regressão linear, no qual obtemos informação acerca do acréscimo ou decréscimo do número de leucócitos em função do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto.

Ao verificar a diferença entre os sexos, verificou-se relevância significativa entre os dados. Nota-se que meninos têm um leve acréscimo do número de leucócitos com o acréscimo do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto, enquanto meninas têm aumento significativo do número de leucócitos com o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto. Aparentemente, o número de leucócitos nas meninas responde melhor ao aumento de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto; em meninos pode haver uma correlação maior, desses dados, em tal grupo (sexo). As subfrações das células do sistema imunológico são mostradas em separado, no **Gráfico 4**, para melhor análise dos dados.

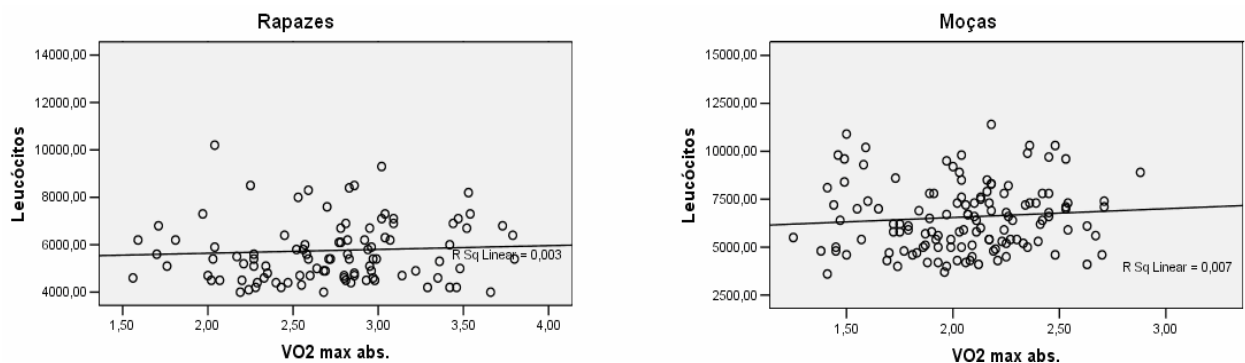


Gráfico 3. Descrição da contagem dos leucócitos (ml) conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$) para os rapazes e moças.

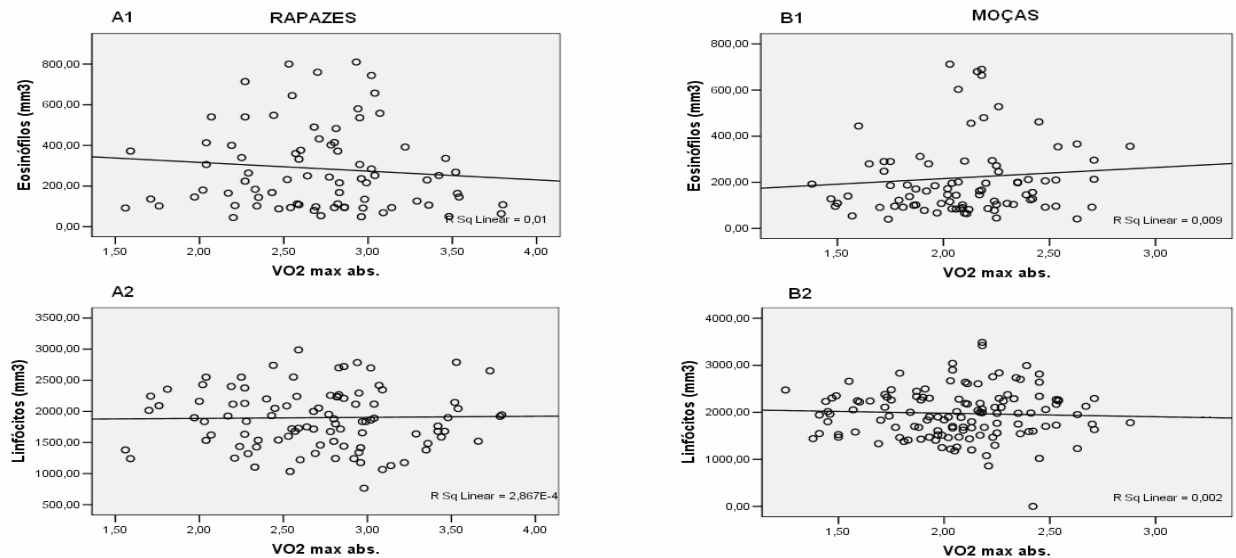
Observamos no **Gráfico 4** a descrição da contagem de eosinófilos e de linfócitos (ml) conforme o aumento do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs., para ambos os sexos, e a reta de regressão linear, em que obtemos informação acerca do acréscimo ou decréscimo do número de eosinófilos e de linfócitos, em função do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, obtendo assim dados relevantes da diferenciação quanto ao sexo, do número de células do SI.

Observamos que, diferentemente dos leucócitos absolutos, os meninos têm um decréscimo acentuado do número de eosinófilos com o acréscimo do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs., enquanto as meninas mantêm o aumento desse número celular em função do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs.

Para os linfócitos tal reta manteve-se estável, isto é, sem aumento ou diminuição, mostrando que possivelmente não há correlação desse tipo celular com o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ aparentemente para ambos os sexos. No **Gráfico 4** também notamos esse tipo de reta de regressão, obtida através dos dados coletados: em alguns casos, há

possível correlação mínima entre o número de células no sangue e o aumento de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (reta inclinada); mas aparentemente não existe correlação, isto é, uma ligação direta com o aumento ou diminuição do número de células do SI com o acréscimo do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$.

A utilização do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs. descreve um aumento durante o crescimento (LÉGER, 1996), o que sugere ser este um bom indicador. Este indicativo absoluto, quando observado na literatura, descreve o aumento linear até atingir o pico do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, que os meninos demonstram um aumento gradual do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto dos 8 até acima dos 16 anos de idade, com os maiores picos anuais entre as idades de 13 e 15 anos. As meninas, os dados são expressos com menor consistência, em que o pico desta variável parece aumentar progressivamente até a idade dos 13 anos e então estabiliza na idade de 14 anos. Indicativo desses aumentos, durante a infância são maiores nos meninos, que aumentam aproximadamente 150% e as meninas em média 80% (TIMMONS et al, 2006).



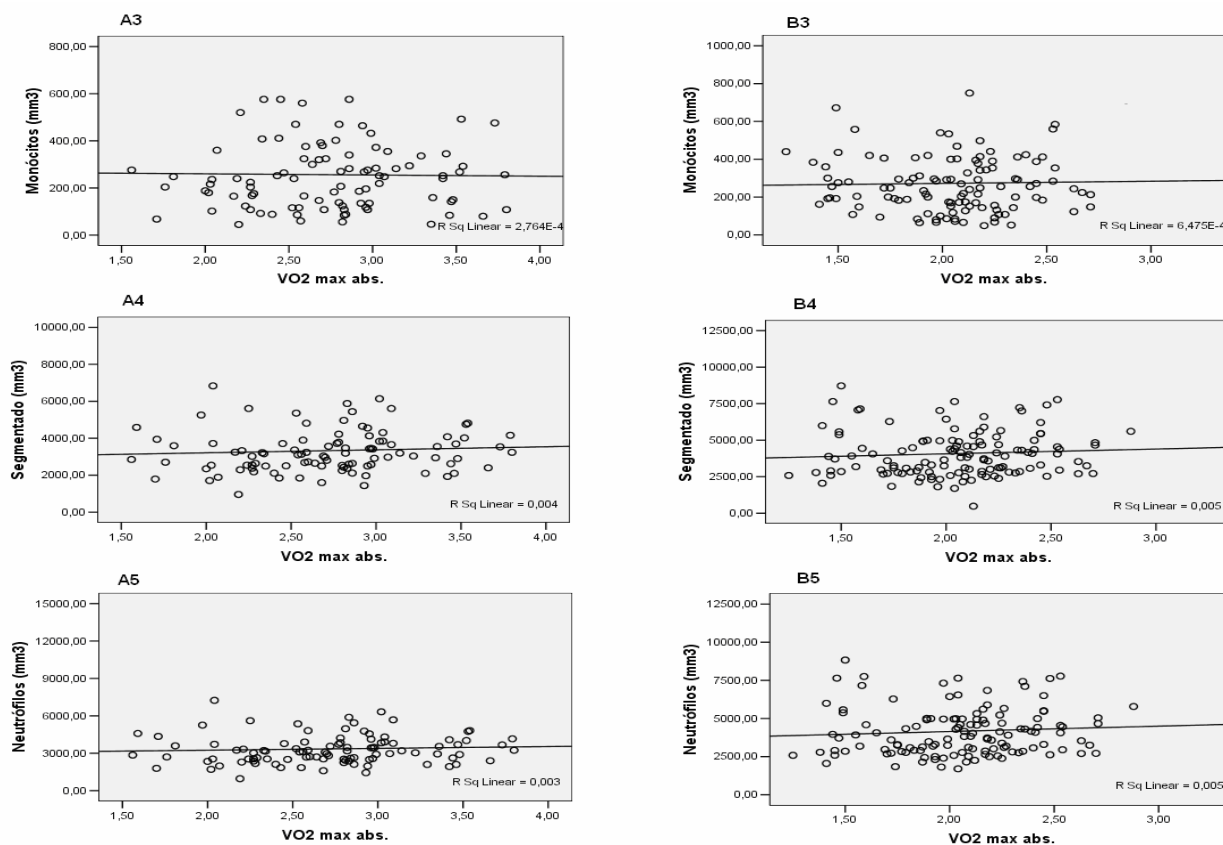


Gráfico 4. Descrição da contagem das subfrações dos SI conforme o aumento do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ absolutos ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$) para os rapazes e moças.

Consequentemente, a fim de tentar verificar somente o consumo absoluto de oxigênio com as respostas de associações das células do SI, as **Tabelas 19** e **20** apresentam as análises de regressão, por meio do OR com os seus respectivos IC, para associar as variáveis do SI com os índices das aptidões cardiorrespiratórias absolutos para rapazes e moças, com o objetivo de testar as hipóteses do estudo.

Interessante notar que, com as análises de associação utilizando o valor absoluto do consumo de oxigênio, os resultados foram mais significativos para ambos os sexos.

Ao verificar a análise dos meninos, os leucócitos, monócitos e neutrófilos revelaram suas significâncias de associação, fato que não tinha ocorrido quando a análise foi feita através do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ relativo. Para meninas, as células que se associaram com as hipóteses do estudo foram os leucócitos, linfócitos e neutrófilos.

Tabela 19. Odds ratio e intervalo de confiança entre as classificações do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs. ($L^{-1}.min^{-1}$): bom, regular e baixo nível com a disposição das células do SI, maior e menor contagem, para os rapazes.

RAPAZES							
	VO2 abs.	Leucócitos	Eosinófilos (mm ³)	Linfócitos (mm ³)	Monócitos (mm ³)	Segmentado (mm ³)	Neutrófilos (mm ³)
H1	Mod.	0,59 (0,18-1,96)	0,82 (0,23-2,82)	1,12 (0,35-3,50)	0,64 (0,19-2,14)	1,04 (0,34-3,26)	0,55 (0,16-1,83)
	Reg.	0,11 (0,01-0,99)	0,95 (0,21-4,30)	0,73 (0,19-2,78)	5,16* (1,00-26,59)	3,17 (0,76-13,22)	0,11 (0,01-0,92)
	Bai.	0,65 (0,21-1,99)	1,27 (0,38-4,27)	1,82 (0,61-5,48)	1,93 (0,60-6,19)	1,34 (0,45-3,97)	0,60 (0,19-1,86)
H2	Mod.	1,02 (0,32-3,21)	1,22 (0,35-4,20)	0,89 (0,28-2,79)	1,25 (0,39-3,99)	0,73 (0,23-2,29)	1,93 (0,58-6,63)
	Reg.	9,00* (1,08-75,00)	1,04 (0,23-4,70)	1,36 (0,36-5,19)	0,20 (0,04-1,07)	0,31 (0,07-1,30)	9,65* (1,15-80,45)
	Bai.	1,65 (0,53-5,06)	0,78 (0,23-2,62)	0,54 (0,18-1,64)	0,41 (0,12-1,38)	0,74 (0,25-2,20)	1,77 (0,57-5,34)
H3	Mod.	0,75 (0,23-2,41)	1,01 (0,26-3,86)	0,66 (0,21-2,10)	1,23 (0,34-4,42)	0,57 (0,18-1,81)	1,17 (0,36-3,73)
	Reg.	0,87 (0,22-3,36)	0,27 (0,05-1,29)	2,62 (0,51-13,31)	0,67 (0,16-2,69)	0,87 (0,22-3,36)	2,08 (50-8,67)
	Bai.	0,56 (0,18-1,69)	1,12 (0,30-4,22)	1,06 (0,34-3,14)	0,39 (0,12-1,25)	1,62 (0,46-5,66)	2,53 (0,73-8,74)
H4	Mod.	1,33 (0,41-4,29)	0,98 (0,25-3,74)	1,50 (0,47-4,72)	0,81 (0,22-2,91)	1,75 (0,55-5,55)	0,85 (0,26-2,71)
	Reg.	1,14 (0,29-4,39)	3,69 (0,77-17,63)	0,38 (0,07-1,93)	1,49 (0,37-5,97)	1,14 (0,29-4,39)	0,48 (0,11-1,99)
	Bai.	1,77 (0,59-5,34)	0,88 (0,23-3,31)	0,93 (0,30-2,89)	2,55 (0,79-8,18)	0,61 (0,17-2,14)	0,39 (0,11-1,35)

*P<0,05 MOD: aptidão moderada; REG: aptidão regular; BAI: baixa aptidão aeróbia

H1: Hipótese para que a distribuição das células do SI, se apresentaram em valores superiores ao valor da mediana quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória.

H2: Hipótese para que a distribuição das células do SI, terão valores inferiores ao valor da mediana quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória.

H3: Hipótese para que a distribuições das células do SI, terão seus valores mais concentrados entre o percentil 33 e 66, quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória absoluta.

H4: Hipótese para que a distribuições das células do SI, terão seus valores mais concentrados nos extremos (abaixo do percentil 33 ou acima do percentil 66), quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória absoluta.

Ao observar as análises da contagem de células para a aptidão aeróbia absoluta regular dos rapazes, comparada com a aptidão excelente, nota-se para os indivíduos com aptidão aeróbia regular que os monócitos apresentam 5,16 vezes

mais chances ($OR=5,16$; $IC=1,00-26,59$, $p=0,049$), de terem uma contagem de monócitos apresentaram uma contagem mais baixa na concentração de células, quando comparados com a aptidão física excelente. O mesmo pode ser verificado pela média dos indivíduos dessa categoria (**Tabela 13**, pág.91); essa descoberta, quando interpretada, demonstra que a distribuição de monócitos, para esta categoria, é cinco vezes maior que se comparada com os de aptidão aeróbia excelente.

Os monócitos são responsáveis pelo processo fagocitário e estão associados com os linfócitos e, por sua vez, a morte programada das células, a apoptose, que é o mecanismo de manter a homeostase linfóide e evitar doenças (BAUMANN et al., 2002). No entanto esta é influenciada por agentes externos, tendo neste caso o exercício físico papel influenciador no processo inflamatório para aumentar esse estímulo (PEDERSEN; TOFT, 2000; MOOREN et al, 2004).

Este mecanismo de estresse, causado pelo exercício, quando não é ativado, pode apresentar um possível acréscimo na concentração de células fagocitárias na circulação periférica (BALESTIERI, 2006). Morren et al. (2004) no entanto afirmam que o estado de condicionamento de indivíduo pode influenciar a funcionalidade das enzimas, macrófagos e linfócitos, no processo da mais acelerada apoptose, ou seja, morte programada das células, causando assim uma renovação das células do SI com mais agilidade. O mesmo autor coloca ainda que, 24h de repouso após o exercício, a imunossupressão dos linfócitos pode já estar no estado basal (MORREN et al., 2004). Isso podemos observar, em nosso estudo, é que uma maior contagem das células dos indivíduos se apresenta maior entre os mais condicionados do que os menos aptos aerobicamente. Mas, quando observada a contagem total de linfócitos, estes não apresentaram associação com a capacidade aeróbia.

Ao tratar da contagem dos leucócitos e neutrófilos (**Tabela 19**, acima), estes demonstraram nos indivíduos que a regular aptidão cardiorrespiratória tem 9 ($OR=9,0$; $IC=1,08-75,00$; $p=0,042$) e 9,65 ($OR=9,65$; $IR=1,15-80,45$; $p=0,036$) mais chance respectivamente de conter a distribuição com valores mais baixos dessas células quando comparados com os indivíduos de elevada aptidão.

Uma vez observados os valores médios dos leucócitos para as aptidões dos meninos, estes exibiram 5805 células por mililitro de sangue com excelente aptidão e 5109 células por mililitro de sangue com regular aptidão. A cautela nos resultados da hipótese 2, da análise de regressão, revela que os indivíduos com regular aptidão apresentam nove vezes mais chances de ter baixa quantidade de leucócitos, se comparados com os de elevada aptidão.

Esta maior quantidade de células presentes entre os mais condicionados pode ser explicada pela ação dos hormônios, como discutida no estudo de Kang et al. (2004). Quando se verifica a ação do exercício vigoroso sobre a contagem dos leucócitos dos meninos saudáveis, este aumento atingiu a casa dos 83%. Por sua vez, quando discutido o período de recuperação, as células dos mais condicionados retornaram mais rapidamente ao estado basal, se comparada com a dos sedentários (TIMMONS, et al, 2006). Isto vem a corroborar a proposta de Malm (2007) sobre propensão à infecções através de exercícios físicos.

Considerando a porcentagem de linfócitos, os rapazes apresentaram 5,03 vezes mais chances ($OR=5,03$; $IC=1,03-24,46$, $p=0,045$) da aptidão aeróbia regular influenciar as porcentagens entre o percentil 30 e 60, quando comparados com os indivíduos com elevada aptidão.

Este comportamento dos linfócitos pode estar revelando que os indivíduos com o bom condicionamento aeróbio podem estar com a sua funcionalidade bastante ativa, uma vez que, em pesquisa realizada para ver a resposta proliferativa de células T, comparando ratos treinados e não treinados, verificou-se, com este modelo experimental, uma maior respostas de estímulo de proliferação e troca celular dos treinados (NIEMAN et al., 1998). E Timmons et al. (2006), ao verificar a resposta ao exercício da proliferação de meninos no período pubertário, observou uma proliferação de 90% dos linfócitos com exercícios a 70% de intensidade. Nestas circunstâncias os linfócitos parecem aumentar o número de receptores para estimular a sua secreção (KENDALL et al. 1990).

Tabela 20. Odds ratio e intervalo de confiança entre as classificações do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ abs. ($L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$): bom, regular e baixo nível com a disposição das células do SI, maior e menor contagem, para as moças.

MOÇAS							
	VO2 abs.	Leucócitos	Eosinófilos ³ (mm)	Linfócitos ³ (mm)	Monócitos ³ (mm)	Segmentado ³ (mm)	Neutrófilos (mm ³)
H1	Mod.	0,63 (0,25-1,59)	2,43 (0,82-7,20)	0,26 (0,10-0,67)	1,80 (0,71-4,52)	1,26 (0,52-3,06)	0,98 (0,39-2,48)
	Reg.	0,18 (0,05-0,670)	1,20 (0,27-5,16)	0,63 (0,19-2,07)	1,82 (0,50-6,59)	3,37 (0,93-12,10)	0,30 (0,08-1,02)
	Bai.	0,55 (0,22-1,38)	1,87 (0,60-5,77)	1,15 (0,46-2,89)	1,30 (0,49-3,41)	1,86 (0,76-4,56)	0,50 (0,20-1,25)
H2	Mod.	1,19 (0,47-3,04)	0,41 (0,13-1,21)	3,84* (1,48-9,92)	0,60 (0,24-1,52)	0,79 (0,32-1,92)	1,01 (0,40-2,55)
	Reg.	3,91* (1,14-13,46)	0,83 (0,19-3,58)	1,17 (0,35-3,88)	0,60 (0,16-2,17)	0,29 (0,08-1,06)	3,31 (0,97-11,31)
	Bai.	1,37 (0,54-3,46)	0,53 (0,17-1,64)	0,86 (0,34-2,16)	0,84 (0,32-2,20)	0,53 (0,21-1,31)	1,96 (0,80-4,82)
H3	Mod.	1,43 (0,53-3,84)	0,85 (0,27-2,65)	1,64 (0,62-4,30)	1,25 (0,45-3,49)	1,23 (0,48-3,14)	1,32 (0,49-3,54)
	Reg.	0,66 (0,20-2,21)	0,53 (0,12-2,35)	1,02 (0,30-3,49)	0,61 (0,16-2,26)	1,47 (0,40-5,31)	0,82 (0,24-2,84)
	Bai.	1,22 (0,46-3,19)	0,85 (0,26-2,81)	1,39 (0,54-3,61)	0,43 (0,16-1,18)	1,23 (0,48-3,14)	0,96 (0,37-2,48)
H4	Mod.	0,69 (0,26-1,86)	1,16 (0,37-3,61)	0,60 (0,23-1,61)	0,79 (0,28-2,20)	0,81 (0,31-2,06)	0,75 (0,28-2,03)
	Reg.	1,50 (0,454,98)	1,86 (0,42-8,18)	0,97 (0,28-3,30)	1,63 (0,44-6,04)	0,68 (0,18-2,45)	1,20 (0,35-4,15)
	Bai.	0,81 (0,31-2,13)	1,16 (0,35-3,83)	0,71 (0,27-1,85)	2,28 (0,84-6,16)	0,81 (0,31-2,06)	1,03 (0,40-2,67)

*P<0,05 MOD: aptidão moderada; REG: aptidão regular; BAI: baixa aptidão aeróbia

H1: Hipótese para que a distribuição das células do SI, se apresentaram em valores superiores ao valor da mediana quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória.

H2: Hipótese para que a distribuição das células do SI, terão valores inferiores ao valor da mediana quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória.

H3: Hipótese para que a distribuições das células do SI, terão seus valores mais concentrados entre o percentil 33 e 66, quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória absoluta.

H4: Hipótese para que a distribuições das células do SI, terão seus valores mais concentrados nos extremos (abaixo do percentil 33 ou acima do percentil 66), quando comparado com a aptidão cardiorrespiratória absoluta.

Ao avaliar a associação para as moças, os leucócitos demonstraram associação de 3,91 mais chances (OR=3,91; IC= 1,14-13,46; p=0,030) de ter uma contagem de leucócitos concentrada com valores baixos, quando comparadas com os de elevada aptidão. Desta forma, ao observar a média dessas duas categorias

para as meninas, as de condicionamento excelente contêm 6972 células por mililitro de sangue, enquanto as de regular aptidão contêm 5692 células por mililitro. Essa contagem é a maior quantidade de leucócitos para as meninas que já foi observada no presente estudo; entretanto, quando submetida ao exercício, a porcentagem de aumento da contagem de celular é maior entre os meninos do que nas meninas (TIMMONS et al., 2006).

A contagem de linfócitos apresentou 3,84 mais chances (OR= 3,84; IC=1,48-9,92; $p=0,005$) dos indivíduos com moderada aptidão conter as células entre os valores mais baixos, quando comparados com os indivíduos mais condicionados.

Quando observamos os resultados, verificou-se que, para as moças, a aptidão moderada foi a que apresentou menor valor, como se vê na **Tabela 20**, acima. Esta baixa resposta pode estar sendo influenciada pela atividade que as meninas realizam diariamente para manter estes níveis de condicionamento como propostos por Blair et al. (2004) e também pela consistência de que quanto maior o estímulo do exercício e mais prolongado for, maior a produção de adrenalina e cortisol (PEDERSEN; RODHE; OSTRYSOWSKI, 1998). Mas, ao mesmo tempo, isto parece induzir a baixas na regulação do linfócitos T e aumentar o seu catabolismo dos aminoácidos, que são os construtores da proliferação dessas células e de imunoglobulinas (STEFANSKI et al, 1998). Nesta interpretação dos resultados, podemos destacar três vezes mais chances de os indivíduos apresentarem baixas contagens de linfócitos.

Já os parâmetros imunológicos apresentados pela porcentagem de neutrófilos das moças apresentaram 3,60 mais chances (OR=3,60; IC=1,05-12,32; $p=0,041$) dessas células dos indivíduos do sexo feminino com regular aptidão de conter os seus valores mais nos extremos, quando comparados com os de elevada aptidão, uma vez que o gráfico 8 aponta uma reta crescente do número de neutrófilos com o aumento do VO₂ absoluto.

Desta forma, estudo realizado com ginastas comprovou que a atividade funcional dos neutrófilos se modifica com o exercício, promovendo bom aspecto geral de saúde e diminuição nas manifestações infectológicas (WOLACH, 1998). O mesmo estudo relata que o estresse elevado pode diminuir estas concentrações de

neutrófilos, e corroborando este estudo, Pedersen et al. (1998) revelam que com o exercício físico, o hormônio do crescimento e cortisol manifestam suas ações positivas para o desencadeamento de proliferação dessas células. Assim, a interpretação pode ser conferida para as meninas, uma vez que estes hormônios secretados durante o exercício, para este gênero, ajudam nesta funcionalidade.

Assim, apesar da grande dificuldade e inconsistência de estudos que relatam a influencia após um período de exercício, que irá causar uma adaptação cardiorrespiratória e do sistema imunológico, e tendo feito tais análises, tentamos averiguar o real benefício à saúde por meio desta adaptação cardiorrespiratória em função do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, também como sobre o SI.

Claramente verificou-se a grande mobilidade do sistema imunológico para ambos os sexos, principalmente através das citocinas que o regularizam. É de fundamental importância notarmos a ligação das citocinas com a regularização do SI. Como limitação, no presente estudo ainda não avaliamos tal ligação com o SI, no que se refere às correlações dessas com exercícios realizados diariamente, dos intervalos dados entre uma sessão e outra de exercício, e se o SI é influenciado pelo crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescente (GLESSON, 1995; TIMMON, 2006)

5 CONCLUSÃO

Em síntese, os resultados encontrados quanto à adaptação fisiológica da capacidade aeróbia, causada diariamente pelo exercício físico, refletem simultaneamente na contagem das células do sistema de defesa do organismo.

Quando revemos os conceitos de desenvolvimento e crescimento de crianças e adolescentes no seu amplo contexto, as pesquisas apontam a grande influência que os meios externos exercem no estado de saúde do indivíduo. Claro que este estado de saúde é gradativamente construído, como o condicionamento aeróbio e global e aprimorado diariamente. Neste contexto nossos avaliados apresentaram um estado nutricional relativamente adequado para a idade, porém com algumas implicações de sobrepeso e obesidade para alguns indivíduos.

Mesmo em vista deste pequeno e relativo número de indivíduos que apresentam um estado nutricional alterado, ainda observamos que mais de 80% dos avaliados apresentaram de regulares a excelentes níveis de aptidão cardiorrespiratória. Esse indicador, pelos resultados encontrados, pode ser destacado não só como indicador de capacidade física, mas de saúde.

Além disso, as associações verificadas entre a aptidão cardiorrespiratória com as contagens de células do sistema imunológico, em especial os leucócitos, linfócitos e neutrófilos, revelam que indivíduos com bom nível de condicionamento aeróbio reforçam as recomendações de que a prática de exercícios físicos, realizadas com critério reflete no estado de saúde dos indivíduos.

Desta forma, a presente pesquisa, tendo sido desenvolvida com base na amostra da rede pública de ensino de São Mateus do Sul, PR, viabilizou a aquisição de análises que puderam contribuir na ampliação das relações de informações referentes ao sistema imunológico com aptidão cardiorrespiratória no período da adolescência que residem em regiões fora dos grandes centros urbanos. Entretanto as reais causas e conseqüências dessas associações também podem ser demonstradas em estudo de caráter longitudinal, com o intuito de verificar as respostas do exercício físico aeróbio em diferentes intensidades, para a população jovem.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; POBER, J.S. **Cellular and Molecular immunology**. Philadelphia, PA: Saunders, 1994.
- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; POBER, J.S. **Imunologia Celular e Molecular**. 4. ed. Rio de Janeiro : Editora Revinter, 2003.
- ANDERSEN, L.B.; WEDDERKOPP, N.; HANSEN, H.S.; COOPER, A.R.; FROBERG, K. Biological cardiovascular risk factors cluster in Danish children and adolescents: the European Youth Heart Study. **Preventive Medicine**. v. 37, p. 363-367, 2003.
- AIRES, M.M. **Fisiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1999.
- ALLOR, K.M.; PIVARNIK, J.M.; SAM, L.J.; PERKINS, C.D. Treadmill economy in girls and women matched for height and weight. **Journal Apply Physiology**. v.89, p.512-16, 2000.
- [ACSM] AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 6.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2003.
- ANJOS, A.R.; ALVARES-SILVA, M.; BORELLI, P. Matriz Extracelular e Leucemia. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**. v.22, n.3, p. 404-412, 2000.
- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.R. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise Sports and Science Review*.v.22, p.435-76, 1994.
- ARMSTRONG, N. Aptidão aeróbica de crianças e adolescentes. **Jornal de Pediatria**. v.82, n.6, p.406-408, 2006.
- ARMSTRONG, R.B. Mechanisms of exerciseinduced delayed onset muscular soreness: a brief review. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.16, p. 529-538,1984.
- ARMSTRONG, R.B.; WARREN, G.L.; WARREN, J.A. Mechanisms of exercise-induced muscle fibre injury. **Sports Medicine**. v.12, p.184-207, 1991.
- ASPINALL, R.; ANDREW, D. Thymic involution in aging. **Journal Clinical of Immunology**. v.20, p.250– 6, 2000.
- ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. **Textbook of work physiology**. 2.ed. New York : McGraw Hill, 1986.

BALESTIERI, F.M.P. **Imunologia**. 1ed. Barueri –SP : Editora Manole, 2006.

BALKWILL; F. Science and Society: Immunology for the next generation. **Nature Reviews Immunology**. v.5, p.509 – 512, Jun., 2005.

BANERJEE, I; CLAYTON, P. The Genetic Basis for the Timing of Human Puberty. **Journal of Neuroendocrinology**, 19, 831–838, 2007.

BAO, W.H.; DALFERES, E.R.; SRINIVASAN S.R.; WEBBER, L.S.; BERENSON G.S. Normative Distribution of Complete Blood Count from Early Childhood through Adolescence: **The Bogalusa Heart Study Prevent Medicine**. v.22, n.6, p. 825-37, nov.,1993. (resumo)

BARANOWSKI, T.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O.; BRICKER, T.; MALINA, R. Assessment, prevalence, and cardiovascular benefits of physical activity and fitness in youth. **Medicine Science Sports Exercise**. v.24, p.237-247, 1992.

BAR-OR, O. Physical activity and physical training in childhood obesity. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, v.33, p.323-9, 1993.

BARTLETT, J.A.; SCHLEIFER, S.J.; DEMETRIKOPOULOS, M.K.; DELANEY, B.R.; SHIFLETT, S.C.; KELLER, S.E. Immune function in healthy adolescents. **Clinical Diagnostic Laboratory Immunology**. v. 5, p.105-113, 1998.

BARTLETT, J.A.; GOLDKLANG, A.R.; SCHLEIFER, S.J.; KELLER, S.E. Immune Function in Healthy Inner-City Children. **Clinical and diagnostic laboratory immunology**. v. 8, n.4, jul, p.740–746, 2001.

BASSETT, D.R.Jr; HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine Science of Sports and Exercise**. v.32, p.70–84, 2000.

BAUMANN, S.; KRUEGER, A.; KIRCHHOFF, S.; KRAMMER, P.H.. Regulation of T cell apoptosis during the immune response. **Current Molecular of Medicine**. v.2, p.257-272, 2002.

BEJARANO, I.F.; DIPIERRI, J.E.; ALFARO, E.L.; TORTORA, C.; GARCIA, T.; BUYS, M.C. Valores del Hematocrito y Prevalencia de Anemia en Escolares Jueños. **Medicina**. Buenos Aires, v.63, p. 288-292, 2003.

BIANCULLI, C.H. Crecimiento físico y endocrinología en la pubertad. In: **Organización Panamericana de la Salud. La salud del adolescente y del joven**. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; p.87-94, 1995.

BIDDLE, S.J.H.; GORELY, T.; STENSEL, D.J. Health-enhancing physical activity and sedentary behavior in children and adolescents. **Journal of Sport Science**. v.22, p.679-701, 2004.

BILBO, S.D.; NELSON, R.J. Sex steroid hormones enhance immune function in male and female Siberian hamsters. **The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. 280: R207–R213, 2001.

BISHOP, N.C. Exercise and infection risk. In: GLESSON, M. **Immune function in sport and exercise**. Churchill Livingstone Elsevier, p. 1-14, 2006.

BISHOP, N.C. Exercise, infection risk and immune function in special populations. In: GLESSON, M. **Immune function in sport and exercise**. Churchill Livingstone Elsevier, p.269 -290, 2006.

BLAIR, S.N.; LAMONTE, M.J.; NICHAMAN, M.Z. The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? **American Journal Clinical Nutrition**. v.79, s.1, p.913S–20S, 2004.

BLANNIN, A.K.; CHATWIN, L.J.; CAVE, R.; GLEESON, M. Effects of submaximal cycling and long-term endurance training on neutrophil phagocytic activity in middle-aged men. **British Journal Sports and Medicine**. v.30, p.125–129, 1996.

BOAS, S.R.; JOSWIAK, M.L.; NIXON, P.A.; et al. Effects of anaerobic exercise on the immune system in eight' to seventeen-year-old trained and untrained boys. **The Journal of Pediatrics**. v. 129, n. 6, p. 846-855, 1996.

BOJIKAN, L.P.; MASSA, M.; MARTIN, R.H.C.; et al. Auto-avaliação puberal feminina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.7, n.2, p.24-34, 2002.

BOUMAN, A.; HEINEMAN, M.J.; FAAS, M.M. Sex hormones and the immune response in humans. **Human Reproduction Update**. v.11, n.4, p.411-423, 2005.

BRAHMI, Z.; THOMAS, J.E.; PARK, M.; PARK, M.; DOWDESWELL, I.R.G. The Effect of Acute Exercise on Natural Killer-Cell Activity of Trained and Sedentary Human Subjects. **Journal of Clinical Immunology**. v. 5, n. 5, 1985.

BRENNER, I.K.M.; NATALE, V.M.; VASILIOU, P.; MOLDOVEANU, P.; SHEK N. ; SHEPHARD, R.J. Impact of three different types of exercise on components of the inflammatory response. **European Journal Apply of Physiology**. v.80, p.452-460, 1999.

BRINES, R.; HOFFMAN-GOETZ, L.; PEDERSEN, B.K. Can you exercise to make your immune system fitter? **Immunology Today**. v.17, n.6, p.252-254, 1996.

BRITO, E.M.; NAVARRO, M.; GARCIA, D., et al. La condición física en la población escolar de gran Canaria (10-19 años). **Las Palmas de Gran Canaria**, Spain: Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria, 1995.

BRUM, V.P.C.; WECHINEWSKY, B.A.; SILVA, S.G.; CAMPOS, W. The influence of physical activity level on aerobic and anaerobic power of prepubescent boys. **Medicine Sciences and Sports Exercise**. v.36, n.5, p.S67-S67, 2004;

BURGESS, M.L.; DAVIS, J.M.; BORG, T.K.; BUGGY, J. Intracranial self-stimulation motivates treadmill running in rats. **Journal Apply of Physiology**. v.71, p.1593–7, 1991.

CALDER, P. C.; COSTA-ROSA, L. F. B. P.; CURI, R. Effects of feeding lipids of different fatty acid compositions upon rat lymphocyte proliferation. **Life Science**. 56: 455–463, 1995.

CANALI, E.S.; KRUEL, L.F.M. Respostas Hormonais ao Exercício. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo, v.15, n.2, p.141-53, jul./dez., 2001.

CAMPOS, W.; BRUM, V.P.C. **Criança no esporte**. Curitiba, 2004.

CASPERSEN CJ, POWELL KE, CHRISTENSON GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-relates research. **Public Health Replay**. v.100, n.2, p.172-179, 1985.

[CDC] CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION - CDC. Guidelines for school and community programs to promote lifelong physical activity among young people. **MMWR Recommend Rep**. v.46, p.1–36, 1997.

CHENG, C.K.; CHAN, J.; CEMBROWSKI, G.S.; VAN ASSNDELFT, O.W. Complete blood count reference interval diagrams derived from NHANES III: stratification by age, sex, and race. **Laboratory of Hematology**. v.10, n.1, p.42-53, 2004. (resumo)

CLEBIS, N.K.; NATALI, M.J.M. Lesões musculares provocadas por exercícios excêntricos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.9, n.4, p.47-53, 2001.

COE, C. L.; LAUDENSLAGER, M.L. Psychosocial influences on immunity, including effects on immune maturation and senescence. **Brain, Behavior, and Immunity**. p.1-9, june, 2007.

COLE, T.J.; BELLIZZI, M.C.; FLEGAL, K.M.; DIETZ, W.H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey **British Medical Journal**. v.320, n.6, p.1-6. may, 2000

COLE, T.J.; FLEGAL, K.M.; NICHOLLS, D.; JACKSON, A.A.. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. **British Medical Journal**. v.335, p.1-8, Jun, 2007.

COSTA ROSA, L.F.P.B.; VAISBERG, M.W. Influências do exercício na resposta imune. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 8, n. 4, jul./ago., 2002.

COUNCIL OF EUROPE. **The Eurofit test battery**. Strasburg: Council of Europe, 1988.

CRAWFORD, S.M. Anthropometry. In: DOCHERTY, D. **Measurement in pediatric exercise science**. Human kinetics, p.18 – 86, 1996.

DALLMAN In: Rudolph AM, ed Pediatrics. 16th ed. New York: Appleton-Century-Crofts, 1977. Lubin BH, Reference values in infancy and childhood. In: NATHAN DG; OSKI FA. **Hematology of infancy and childhood**. 4th ed. Philadelphia : WB Saunders, 1993.

DE ONIS, M.; BLÖSSNER, M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. **American Journal of Clinical Nutrition**. v.72, p.1032-1039, 2000.

DENKER, M.; THORSSON, O.; KALRSSON, M.K.; LINDÉN, C.; EIBERG, S.; WOLLME, R.; ANDERSEN, L.B. Gender differences and determinants of aerobic fitness in children aged 8-11 years. **European Journal Apply Physiology**. n.99, p. 19-26, 2007.

DUARTE, M.F.S. Physical Maturation: A Review with Special Reference to Brazilian Children. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.9, s.1, p.71-84, 1993.

DUSSE, L.M.S.; RIBEIRO, A.P.M.; LAGES, G.F.G.; GODOI, L.C.; SOARES, A.L.; VIEIRA, L.M.; CARVALHO, M.G. Influência da menstruação no número de plaquetas circulantes. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**. Rio de Janeiro, v. 38, n. 4, 2002.

EL-HAZMI, M.A.; WARSY A.S.; A Comparative Study of Haematological Parameters in Children Suffering from Sickle Cell Anaemia (SCA) from Different Regions of Saudi Arabia Journal of Tropical. **Pediatrics**. v.47, n.3, p.136-141, 2001. (resumo).

EPSTEIN, L.H.; PALUCH, R.A.; KALAKANIS, L.E.; et al. How much activity do youth get – a quantitative review of heart-rate measured activity. **Pediatrics**. v.108, n.3, p. 44-57, 2001.

ERIKSSON, B.O.; GRIMBY, G.; SALTIN, B. Cardiac output and arterial blood gases during exercise in pubertal boys. **Journal Apply Physiology**, v.31, p.348-52, 1971.

FAILACE, R.; PRANKE, P. Avaliação dos critérios de liberação direta dos resultados de hemogramas através de contadores eletrônicos **Revista Brasileira de Hematology and hemoterapy**. v.26, n.3, p.159-166, 2004.

FITZGERALD, L. Exercise and the immune system. **Immunology Today**, v. 9, p. 337-339, 1988.

FREITAS, D.L.; SILVA, C.A.; MAIA, J.A.; et al. Maturação Biológica, prática desportiva e somatotipo de crianças e jovens madeirenses dos 10 aos 16 anos. **Revista Portuguesa de Ciência do Esporte**. v.4, n.3, p.66-75, 2004.

FRIMAN, G.; WESSLÉN, L. Infections and exercise in high-performance athletes. **Immunology and Cell Biology**. v.78, p.510–522, 2000.

FRUTUOSO, M.F.P.; VIGANTZKY, V.A.; GAMBARDELLA, A.M.D. Níveis séricos de hemoglobina em adolescentes segundo estágio de maturação sexual. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.16, n.2, p.155-162, abr./jun., 2003.

[IBGE] FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2002: Estimativa para População Brasileira para o ano de 2006**. Disponível em:<<http://ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 jan. 2006.

GANONG, W.F. **Fisiologia Médica**. 19 ed. Rio de Janeiro : Editora McGraw Hill, 1999.

GLASER, R.; KIECOLT-GLASE, J.K. Stress-induced immune dysfunction: implications for health. **Nature Reviews Immunology**. v.5, p.243-251, 2005.

GLENMARK, B.; HEDBERG, G.; KAUSER, L.; et al. Muscle strength from adolescence to adulthood-relationship to muscle fibre types. **European Journal Apply Phylsiology**. v.68, p.9-19, 1994.

GLEESON, M.; MCDONALD, W.A.; CRIPPS, A.W.; PYNE, D.B. ; CLANCY, R.L.; FRICKER, P.A. The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers **Clinical Experience in Immunology**. v.102, p.210-216, 1995.

GLEESON, M.. **Immune function in sport and exercise**. Churchill Livingstone Elsevier. 2006.

GLEESON, M. immune function in sport and exercise. **Journal Applied Physiology**, v.103, p.693-699, 2007.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P.; BARBOSA, D.S; et al. Níveis de prática de atividade física em adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.7, n.6, p.187-199, 2001.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P.; BARBOSA, D.S.; OLIVEIRA, J.A. Atividade física habitual e aptidão física relacionada à saúde em adolescentes. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.10, n.1, p.13- 21, 2002.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P.; BARBOSA, D.S.; et al. Fatores de Risco Cardiovasculares em Adolescentes: Indicadores Biológicos e Comportamentais. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v.86, n.6, jun., 2006.

GUTIN, B.; BARBEAU, P. Atividade Física e Composição Corporal em Crianças e Adolescentes. In. BOCHARD, C. **Atividade Física e Obesidade**. São Paulo : Editora Manole, p. 245-283, 2003.

HEBERSTREIT, H.; KRIEMLER, S.; HUGHSON, R.L.; et al. Kinetics of oxygen uptake at the onset of exercise in boys and men. **Journal Apply Physiology**. v.85, p.1833-41, 1998.

HEBESTREIT, H.; STASCHEN, B.; HEBESTREIT, A. Ventilatory threshold: a useful method to determine aerobic fitness in children? **Medicine Science of Sports and Exercise**. v.32, n.11, p.1964-1969, 2000.

HELGE, J.W.; DAMSGAARD, R.; OVERGAARD, K.; ANDERSEN, L.M.; DONSMARK, M.; DYRSKOG, S.E.; HERMANSEN, K.; SALTIN, B.; DAUGAARD, J.R. Low-intensity training dissociates metabolic from aerobic fitness. **Scandinavian Journal Medicine Science and Sports**. v.4, p.1-9, 2007.

HOFFMAN-GOETZ, L.; PEDERSEN, B.K. Exercise and the immune system: a model of the stress response? **Imunology Today**. v.15, n.8, p. 382-387, 1994.

HOFFMAN-GOETZ, L.; SIMPSON, JR.; CIPP, N.; ARUMUGAM, Y.;HOUSTON ME.. Lymphocyte subset responses to repeated submaximal exercise in men. **Journal Apply of Physiology**. v. 68, p.1069-1074, 1990.

HONG, S.; FARAG, N.H.; NELESEN, R.A.; et al. Effects of regular exercise on lymphocyte subsets and CD62L after psychological vs. physical stress **Journal of Psychosomatic Research**. v. 56, p.363–370, 2004.

JANEWAY, C.A.; TRAVERS, P.; WALPORT, M.; et al. **Imunologia. O sistema imune na saúde e na doença**. 5ºed. – Porto Alegre : Editora Artmed, 2002.

JANEWAY, J.R.; CHARLES, A.; MEDZHITOV, R. Innate immune recognition. **Annals review of immunology**. v.20, p.197–216, 2002.

KANG, D.; KIM, C.; SUH, Y. Sex Differences in Immune Responses and Immune Reactivity to Stress in Adolescents. **Biology Research Nurse**. v. 5, p.243, 2004.

KARAZAWA, E.H.I.; JAMRA, M. Parâmetros hematológicos normais. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v.23, p.58-66, 1989.

KATZAMARZYK, P.T.; SRINIVASAN, S.R.; CHEN, W.; MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BERENSON, G.S. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a Biracial sample of children and adolescents. **Pediatrics**. v.114, p.198-205, 2004.

KENDALL, A.; HOFFMAN-GOETZ, L.; HOUSTON, M.; MACNEIL, B.; ARUMUGAM, Y. Exercise and blood lymphocyte subset responses: intensity, duration, and subject fitness effects. **Journal Apply Physiology**. v.69, p.251–260, 1990.

KHORRAM, O.; GARTHWAITE, M.; GOLOS, T. The Influence of Aging and Sex Hormones on Expression of Growth Hormone-Releasing Hormone in the Human Immune System. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. v.86, n.7, 2001.

KROTKIEWSKI, M.; PRZYBYSZEWSKA, M.; JANIK, P. Cytostatic and cytotoxic effects of alkylglycerols (Ecomer). **Medical Science Monitor**, v. 9, p. 131-135, 2003.

LARSEN, P.R. ; DAVIES, T.F. ; HAY, I.D. The Thyroid gland. In: LARSEN, P. **Reed Williams Textbook of Endocrinology**. Editora: W B SAUNDERS. 10ª Edição p 1-10, 2003.

LIU, Y.; RANDALL, W.R.; SCHNEIDER, M.F. **Journal Cellular Biology**. v.168, p.887–97, 2005.

LÉGER, L.; MERCIER, D.; GADOURY, C.; LAMBERT, J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sports Sciences**. v.6, p.93-101, 1988.

LEGER, L. Aerobic Performance. In: DOCHERTY, D. **Measurement in pediatric exercise science**. Human kinetics, p.183 – 224, 1996.

LeMURA, L.M.; DULLIVARD, S.P.; CARLONAS, R. Can Exercise Training Improve Maximal Aerobic Power (VO_{2max}) in Children: A Meta-Analytic Review. **JEPonline**. v.2, p.1-14, 1999.

LIU, L.Y.; MATHUR, S.K.; SEDGWICK, J.B.; et al. Human airway and peripheral blood eosinophils enhance Th1 and Th2 cytokine secretion. **Allergy**. v.61, p.589–597, 2006.

LORENZI, T.F. Leucócitos. In: AIRES, M.M. **Fisiologia**. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1999.

LUIZ, R.R.; MAGNANINI, M.M.F. A lógica da determinação do tamanho da amostra em investigações epidemiológicas. **Cadernos Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v.8, n.2, p.9-28, 2000.

MACHADO, F.A.; GUGLIELMO, L.G.A.; DENADAI, B.S. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. v.8, n.1, Jan/Fev, 2002

MACHADO, P.R.L.; ARAÚJO, M.I.A.S.; CARVALHO, L.; CARVALHO, E.M. Mecanismos de resposta imune às infecções. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. Rio de Janeiro, v.79, n.6, p.647-664, nov./dez., 2004.

MACINTYRE, D.L.; REID, W.D.; LYSTER, D.M.; MCKENZIE, D.C. Different effects of strenuous eccentric exercise on the accumulation of neutrophils in muscle in women and men. **European Journal Apply Physiology**. v. 81, p. 47–53, 2000.

MAHON, A.D.; GAY, J.A.; STOLEN, K.Q. Differentiated ratings of perceived exertion at ventilatory threshold in children and adults. **European Journal Apply Physiology**. v.18, p.115-20, 1998.

MALINA, R.N.; BOUCHARD, C. **Atividade Física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. 1 ed. São Paulo : Roca, 2002.

MALINA, R.M. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. **Research of Quart. Exercise and Sports**. v.67, n.48, p.48-60, 1996.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Growth, Maturation, and Physical Activity**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.

MALINA, R.M. Adolescent changes in size, build, composition and performance. **Human Biology**. v.46, p.117-31, 1974.

MALM, C.; LENKEI, R.; SJODIN, B. Effects of eccentric exercise on the immunesystem in men. **Journal Apply Physiology**, v.86, p.461-468, 1999.

MALM, C.; NYBERG, P.; ENGSTRÖM, M.; et al. Immunological changes in human skeletal and blood after eccentric exercise and multiples biopsies. **Journal Physiology**. v. 529, n.1, p. 243 -262, 2000.

MALM, C.; SJÖDIN, T.L.B.; SJÖDIN, B.; et al. Leukocytes, cytokines, growth factors and hormones in human skelatal muscle and blood after uphill or downhill running. **Journal of Physiology**. v.556, n. 3, p 983-1000, 2004.

MALM, C., EKBLOM, O.; EKBLOM, B. Immune system alteration in response to two consecutive soccer games. **Acta Physiology Scandinavian**. v. 180, 143–155, 2004.

MALM, C. Susceptibility to infections in elite athletes: the S-curve. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.16. p.4-6, 2006.

MARCHETTI, B.; GUARCELLO, V.; MORALE, M.C; BARTOLONI, G.; PALUMBO, G.Jr., RAITE, N, et al. A physiological role for the neuropeptide luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) during the maturation of thymus gland function. **International Journal Neuroscience**. 51, p. 287-289.

MARTIN, R.H.C.; UEZU, R.; PARRA, A.S.; et al. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista Paulista de Educação Física**. v.15, n.2, p. 212-222, 2001.

MARTIN, A.D.; WARD, R. Body Composition. In: DOCHERTY, D. **Measurement in pediatric exercise science**. Human kinetics, p: 88 – 128, 1996.

MASCARENHAS, L.P.G.; STABELINI NETO, A.; VASCONCELOS, I.Q.; BOZZA, R.; ULBRICH, A.Z.; CAMPOS, W. Efeito do exercício aeróbio de baixa intensidade na composição corporal de meninos pré-púberes. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**. v.3, p.21-26, 2006.

MATARESE, G.; CAVA, A.L. The intricate interface between immune system and metabolism. **Trends in Immunology**. v.25, n.4, abr., 2004.

MATSUDO, S.M.M.; MATSUDO, V.K.R. Validade da Auto-avaliação na determinação da maturação sexual. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 5, n.2, p.18-35, 1991.

MATSUDO, V.K.R.; ARAÚJO, T. Nível de atividade física em crianças e adolescentes de diferentes regiões de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.3, n.4, p.14-26, 1998.

MATSUDO, S.M.M.; ARAÚJO, T.T.L.; MATSUDO, V.K.R.; et al. Nível de atividade física em crianças e adolescentes de diferentes regiões de desenvolvimento. **Revista da APEF**. v.3, n.4, 1998.

MAUGHAN, R.; GLESSON, M.; GREENHAFF, P.L. **Bioquímica do Exercício e do Treinamento**. São Paulo : Manole, 2000.

McMURRAY, R.G.; HACKNEY, A.C. Endocrine responses to exercise and training. In: Garrett WE, Kirkendall DT, editors. Exercise and sport science. Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilkins. 135-62, 2002

MEDZHITOV, R.; JANEWAY, C.Jr. Innate immunity. **New England Journal of Medicine**. v. 343, p. 338–344, 2000.

MOOREN, F.C.; LECHTERMANN, A.; VOLKER, K. Exercise-induced Apoptosis of Lymphocytes Depends on Training Status. **Medicine Science and Sports Exercise**. v.36, n. 9, p. 1476-1483, 2004.

NAHAS, M.V. **Atividade Física, saúde e qualidade de vida; conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo**. Londrina : Midiograf, 2003.

NASCIMENTO, E.; CAVALCANTE, T.; PEREIRA, S.; et al. O exercício físico crônico altera o perfil leucocitário e a taxa de fagocitose de ratos estressados. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v 4, n. 3, p.26–33, 2004.

NATHAN, D.G.; OSK, F.A. **Hematology of Infancy and Childhood**. 4 ed, vol. 1 e 2. Philadelphia : WB Saunders,1993.

NELSON, M.C.; NEUMARK-STZAINER, D.; HANNAN, P.J.; et al. Longitudinal and Secular Trends in Physical Activity and Sedentary Behavior during Adolescence. **Pediatrics**. v.118, p.1627-1634, 2006.

NEHLSSEN-CANNARELLA, S.L.; FAGOAGA, O.R.; NIEMAN, D.C.; HENSON, D.A.; BUTTERWORTH, D.E.; SCHMITT, R.L.; BAILEY, E.M.; WARREN, B.J.; UTTER, A.; DAVIS, J.M. Carbohydrate and the cytokine response to 2.5 h of running. **Journal Apply Physiology**. v.82, p.1662–1667, 1997.

NEMET, D.; MILLS, P.J.; COOPER, D.M. Effect of intense wrestling exercise on leucocytes and adhesion molecules in adolescent boys. **Britysh Journal Sports of Medicine**. v.38, p.154-158, 2004.

NEMET, D.; MILLS, P.J.; COOPER, D.M. Effect of intense wrestling exercise on leucocytes and adhesion molecules in adolescent boys. **British Journal of Sports Medicine**. v.38, p.154-158, 2004.

NIEMAN, D.C. Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. **Medicine Science of Sports and Exercise**. v.26, p. 128-39, 1994.

NIEMAN, D.C., NEHLSSEN-CANNARELLA, S.L.; FAGOAGA, O.R.; HENSON, D.A.; UTTER, A.; DAVIS, J.M.; WILLIAMS, F., BUTTERWORTH, D.E. Influence of mode and carbohydrate on the cytokine response to heavy exertion. **Medicine Science Sports and Exercise**. v.30, p.671–678, 1998.

NIEMAN, D.C.; MILLER, A.R.; HENSON, D. A.; WARREN, B. J.; GUSEWITCH, G.; JOHNSON, R. L.; DAVIS, J. M.; BUTTERWORTH, D. E.; HERRING, J. L.; NEHLSSEN-CANNARELLA, S. L. Effects of highversus moderate-intensity exercise on circulating lymphocyte subpopulations and proliferative response. **International Journal of Sports and Medicine**. v.15, p.199–206, 1994.

NIEMAN, D.C.; NEHLSSEN-CANNARELLA, S.L.; FAGOAGA, O.R.; et al. Immune response to two hours of rowing in elite female rowers. **International Journal Sports Medicine**. v.20, p.476-481, 1999.

NIEMAN, D.C.; NEHLSSEN-CANNARELLA, S.L. The effects of acute and chronic exercise on immunoglobulins. **Sports Medicine**. v. 11, p. 183–201, 1991.

NIEMAN, D.C.; HENSON, D.A.; AUSTIN, M.D.; et al. Immune Response to a 30-Minute Walk. **Medicine Science Sports and Exercise**. v.37, n.1, p.57 -62, 2005.

NIEMAN, D.C. Immune response to heavy exertion. **Journal Apply Physiology**. v.82, n.5, p.1385–1394, 1997.

NIEMAN, D.C. Exercise effects on systemic immunity. **Immunology and Cell Biology**. v. 78, p. 496–501, 2000.

NIEMAN, D.C.; HENSON, D.A. ; FAGOAGA, O.R.; et al. Influence of skinfold sum and peak VO₂ on immune function in children. **International Journal of Obesity**. v.26, p. 822–829, 2002.

NOTTIN, S.; VINET, A.; STECKEN, F.; et al. Central and peripheral cardiovascular adaptations to exercise in endurance-trained children. **Acta Physiology Scandinavian**. v.175 , p.85-92, 2002.

OSLER, M.; CLAUSEN, J.O.; IBSEN, K.K.; JENSEN, G.B. Social influences and low leisure-time physical activity in young Danish adults. **European Journal of Public Health**. v.11, n.2, 2001.

PATE, R.R.; PRATT, M.; BLAIR, S.; et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. **JAMA**. v. 273, p. 402–407, 1995.

PATE, R.R.; LONNET, M. Terminologia em Fisiologia do Exercício. In: **American College of Sports Medicine (ACSM). Prova de Esforço e Prescrição de Exercício**. Editora Revinter. Rio de Janeiro: p. 35- 37, 1994.

PATE, R.R.; DAVIS, M.G.; ROBINSON, T.N.; et al. Promoting Physical Activity in Children and Youth. **Circulation**. v.114, n.12, p. 1-11, 2006.

PATE, R.R; WANG, C.; DOWDA, M.; FARRELL, S.W.; O'NEILL, J.R. Cardiorespiratory Fitness Levels Among US Youth 12 to 19 Years of Age Findings From the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey. **Archives Pediatrics Adolescent of Medicine**. v.160, p.1005-1012, 2006.

PAULSEN, G.; BENESTAD, H.B.; STROM-GUNDERSEN, L.; et al. Delayed Leukocytosis and Cytokine Response to High-Force Eccentric. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 37, n. 11, p. 1877-1883, 2005.

PAWELEC, G.; AKBAR, A.; CARUSO, C.; et al. Human immunosenescence: is it infectious? **Immunology Review**. v. 205, p.257–268, 2005.

PEARSON, H.A. History of Pediatric Hematology Oncology. **Pediatric Research**. v. 52, n.6, p. 979-992, 2002.

PEDERSEN, B.K.; HELGE, J.W.; RICHTER, E.A.; ROHDE, T.; KIENS, B. Training and natural immunity: effects of diets rich in fat or carbohydrate. **European Journal of Apply Physiology**. v.82, p.98-102, 2000.

PEDERSEN, B.K.; STEENBERG, A.; FISCHER, C.; KELLER, C.; KELLER, P.; PLOMGAARD, P.; FEBBRAIO, M.; SALTIN, B. Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? **Journal of Muscle Research and Cell Motility**. v.24, p.113–119, 2003.

PEDERSEN, B.K.; FISCHER, C.P. Beneficial health effects of exercise – the role of IL-6 as a myokine. **TRENDS in Pharmacological Sciences**. v.2, n.2, 2007.

PEDERSEN, B.K.; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. **Physiology Review**. v.80, p.1055-1081, 2000.

PEDERSEN, B.K.; BRUUNSGAARD, H.; JENSEN, M.; et al. Exercise and the immune system - Influence of nutrition and ageing. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v.2, n.3, p.234-252, 1999.

PEDERSEN, B.K.; TOFT, A.D. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. **Britysh Journal Sports Medicine**. v.34, p. 46-251, 2000.

PEDERSEN, B.K.; RODHE, T.; OSTRSOWSKI, K. Recovery of immune system after exercise. **Acta Physiology Scandinavian**. v.162, p. 325 – 332, 1998.

PETERSEN, A.M.W.; PEDERSEN B.K. The anti-inflammatory effect of exercise. **Journal Apply Physiology**. v.98, p.1154–1162, 2005.

PETROSKI E.L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Paloti, 1999.

PHILIPPAERTS, R.M.; VAEYENS, R.; JANSSENS, M.; et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. **Journal of Sports Sciences**. v.24, n.3, p.221-230, mar., 2006.

PINHO, R.; PETROSKI, E. Nível de atividade física em crianças. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.2, n.3, p.67-79, 1997.

POLLOCK, M.L.; WILMORE, J.H. **Exercício físico na Saúde e na doença. Avaliação e Prescrição para prevenção e reabilitação**. 3 Ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.

POWERS, S.K. Fundamentos do metabolismo do Exercício. In: **American College of Sports Medicine (ACSM). Prova de Esforço e Prescrição de Exercício**. Rio de Janeiro : Editora Revinter. p. 38- 45, 1994.

PRELOG, M. Aging of the immune system: A risk factor for autoimmunity? **Autoimmunity Reviews**. v.5, p.136–139, 2006.

RAITAKARI, O.T.; PORKKA, K.V.K.; TAIMELA, S.; et al. Effects of persistent physical activity and inactivity on coronary risk factors in children and young adults: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. **American Journal Epidemiology**. v.140, p.195–205, 1994.

RAPAPORT, S.I. **Introdução a Hematologia**. 2ed. São Paulo : Editora Roca, 1990.

RASO, V.. **Efeito de doze meses de um programa de exercício com pesos em parâmetros imunológicos de mulheres idosas clinicamente saudáveis** [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2005,194p.

RÉ, A.H.N.; BOJIKIAN, L.P.; TEIXEIRA, C.P.; et al. Relação entre o crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. São Paulo, v.9, n.2, p.153-62, 2005.

REED, K.E.; WARBURTON, D.E.R.; WHITNEY, C.L.; MCKAY, H.A.; Secular Changes in Shuttle-Run Performance: A 23-Year Retrospective Comparison of 9- to 11-Year-Old Children. **Pediatric Exercise Science**. v.18, p.364-373, 2006.

RIDDOCH, C.J.; BOREHAM, C.A.G. The health-related physical activity for children. **Sports Medicine**. v.19,n.2, p. 86-102, 1995.

RIDDOCH, C.J.; ANDERSEN, L.B.; WEDDERKOPP, N.; et al. Physical Activity Levels and Patterns of 9 and 15-yr-Old European children. **Medicine Science. Sports and Exercise**. v. 36, n.1, p.86-92, 2005.

ROCHA, P.E.C.P. **Medidas e avaliação em ciências do esporte**. 2ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1997.

RODRIGUES, N.A.; PEREZ, A.J.; CARLETTI, L.; et al. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. **Jornal de Pediatria**. Rio de Janeiro, v.82, n.6, p.426-30, 2006.

ROITT, I.; BROSTOFF, J.; MALE, D. **Imunologia**. 5ed. São Paulo : Manole, 1999.

SANTRILA, M.; KYROLAINEN, H.; VASANKARI, T.; TIAINEN, S.; PALVANIN, K.; HAKKINEN, A.; HAKKINEN, K. Physical Fitness Profiles in Young Finnish Men during the Years 1975-2004. **Medicine Science of Sports and Exercise**. v.38, n.11, p.1990-1994, 2006.

SALLIS, J.F.; PATRICK, K. Physical activity guidelines for adolescents: consensus statement. **Pediatric Exercise Science**. v. 6, p.302-14, 1994.

SALLIS, J.F.; SIMONS-MORTON, B.G.; STONE, E.J. Determinants of physical activity and interventions in youth. **Medicine Science Sports of Exercise**. v.24, p.248-57, 1992.

SALLIS, J.F.; PROCHASKA, J.J.; TAYLOR, W.C. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. **Medicine Science Sports of Exercise**. v.32, n.5, p. 963–975, 2000.

SALLIS, J., T. CONWAY, J. PROCHASKA, T. MCKENZIE, S. MARSHALL, M. BROWN. The association of school environments with youth physical activity. **American Journal of Public Health**. v.91, p.618–620, 2001.

SCHWINDT, C.D.; ZALDIVAR, F.; WILSON, L.; LEU, S.Y.; WANG-RODRIGUEZ, J.; MILLS, P.J.; COOPER, D.M. Do circulating leucocytes and lymphocyte subtypes increase in response to brief exercise in children with and without asthma? **British Journal Sports and Medicine**. v.41, p.34–40, 2007.

SCHEETT, T.P.; NEMET, D.; STOPPANI, J.; et al. The Effect of Endurance-Type Exercise Training on Growth Mediators and Inflammatory Cytokines in Pre-Pubertal and Early Pubertal Males. **Pediatric Research**. v. 52, n. 4, 2002.

SCROFERNEKER, M.L.; POHLMANN, P.R. **Imunologia Básica e Aplicada**. Porto Alegre : Editora Sagra Luzzatto, 1998.

SHEPHARD, R.J.; SHEK, P.N. Effects of exercise and training on natural killer cell counts and cytolytic activity: A meta-analysis. **Sports Medicine**. v.28, p.177-195, 1999.

SILVA, F.M.; FERNANDES, L.; CELANI, F.O. Desporto de crianças e jovens – um estudo sobre as idades de iniciação. **Revista Portuguesa de Ciência do Desporto**. v.1, n.2, p. 45-55, 2001.

SIMONS-MORTON, D.G.; CALFAS, K.J.; OLDENBURG, B.; BURTON, N.W. Effects of interventions in health care settings on physical activity or cardiorespiratory fitness. **American Journal Preview Medicine**. v.15, p. 413– 430, 1998.

SIROUX, F.; CURT, M.; ORYSZCZYN, J.; MACCARIO, F.; KAUFFMANN, A. Role of gender and hormone-related events on IgE, atopy, and eosinophils in the Epidemiological Study on the Genetics and Environment of Asthma, bronchial hyperresponsiveness and atopy. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**. v.114, n.3, p.491-498, 2004.

SLAUGHTER, M.H.; LOHMAN, T.G.; BOILEAU, R.A.; et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**. v.60, n.5, p.709-723, 1988.

SMITH, L.L. Acute Inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? **Medicine Science Sports of Exercise**. v.23, n.5, p. 542-551, 1991.

SNELL, P. G.; STRAY-GUNDERSON, J.; LEVINE, B.D.; HAWKINS, M.N.; RAVEN, P.B. Maximal Oxygen Uptake as a Parametric Measure of Cardiorespiratory Capacity. **Medicine Science of Sports and Exercise**. v.39, n.1, p.103-107, 2007.

[SAP] SOCIEDAD ARGENTINA DE PEDIATRÍA –**SAP. GUÍAS PARA LA EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO**. 2ed, p.1-132, 2001.

[SBC] SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGICA - SBC. III Diretrizes Brasileiras sobre dislipidemias e diretriz de prevenção da aterosclerose do departamento de aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v.77, s.III, p. 1-48, 2001.

[SBME] SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE - SBME. Atividade Física e Saúde na infância e adolescência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.4, n4, jul./ago., 1998.

SOLANA, R.; PAWELEC, G.; TARAZONA, R. Aging and Innate Immunity **Immunity**. v. 24, p. 491–494, May, 2006.

[SPSS] **Statistical Package for the Social Sciences for Windons Student Verson** (SPSS), programa de computador. Relesea 11.0. Chicago; Marketing Department; 2001.

STEFANSKI, V.; ENGLER, H. Effects of acute and chronic social stress on blood cellular immunity in rats. **Physiology and Behavior**. v.64, n.5, p. 733-741, 1998.

STEIN, C.J.; COLDITZ, G.A. The Epidemic of Obesity. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. v.89, n.6, p.2522-2525, 2004.

STEPPICH, B.; DAYYANI, F.; GRUBER, R.; LORENZ, R.; MACK, M.; ZIEGLER-HEITBROCK, H.W. Selective mobilization of CD14(+) -CD16(+) monocytes by exercise. **American Journal Physiology Cellular Physiology**, v.279p.C578–C586, 2000.

SUGIURA, H.; SUGIURA, H.; NISHIDA, H.; INABA, R.; MIRBOD, S.M.; IWATA, H.; Immunomodulation by 8-week voluntary exercise in mice .Acta Physiology Scandinavian. v.168, p.413-420, 2000.

SUGIURA, H.; SUGIURA, H.; NISHIDA, H.; et al. Effects of different durations of exercise on macrophage functions in mice. **Journal Apply Physiology**. v.90, p.789–794, 2001.

SUGIURA, H.; KAJIMA, K.; MIRBOD, S.M.; et al. Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: randomised controlled trial. *Brithsh Medical Cardiology Womens Health*. v.2, n.1 2002.

TANNER, J.M. **Growth at Adolescence**. Oxford, UK: Blackwell Scientific, 1962.

TAYLOR, M.R.; HOLLAND, C.V.; SPENCER, R.; et al. Haematological reference ranges for schoolchildren. **Clinical Laboratory and Haematology**. v.19, n.1, p.1-15, mar., 1997.

TAYLOR, S.A.; BATTERHAM, A.M. The reproducibility of estimates of critical power and anaerobic work capacity in upper-body exercise. **European Journal Apply Physiology**. v.87, p.43–49, 2002.

THOMAS, J.; NELSON, J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TOMKINSON, G.R.; LÉGER, L.A.; OLDS, T.S.; CAZORLA, G. Secular Trends in the Performance of Children and Adolescents (1980–2000). An Analysis of 55 Studies of the 20m Shuttle Run Test in 11 Countries. **Sports Medicine**. v.33, n.4, p.285-297, 2003.

TOURINHO FILHO, H.; TOURINHO, L.S. Crianças, adolescentes e atividade física: aspectos maturacionais e funcionais. **Revista Paulista de Educação Física**. v.12, n.1, p.71-84, jan/jun, 1998.

TIMMONS, B.W.; TARNOPOLSKY, M.A.; SNIDER, D.P.; et al. Immunological changes in respose to Exercise: Influence of Age, Puberty, and Gender. **Medicine Science Sports of Exercise**. v. 38, n.2, p. 293-304, feb., 2006.

TIMMONS, B.W.; TARNOPOLSKY, M.A.; SNIDER, D.P. and BAR-OR, O. Puberty Effects on NK Cell Responses to Exercise and Carbohydrate Intake in Boys. **Medicine Science and Sports Exercise**. v.38, n.5, p.864-874, 2006.

TIMMONS, B.W. Immune response to exercise in children: a Brief review. **Peditatric Exercise Science**. v.18, p.290-299, 2006.

TIMMONS, B.W. Pediatric exercise immunology: health and clinical applications. **Exerc Immunol Review**. v.11, p.108-144, 2005.

TRICOLI, W. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.9, n.2, p.39-44, 2001.

TRIGGIANI, M.; MARONE, G. Basophil's secrets revealed by flow cytometry **Allergy**. v.61, p.1025–1027, 2006.

TROWBRIDGE, C.A.; GOWER, B.A.; NAGY, T.R.; HUNTER, G.R.; TREUTH, M.S.; GORAN, M.I. Maximal aerobic capacity in African- American and Caucasian prepubertal children. **American Journal Physiology**. v.273, n.36, p.E809–E814, 1997.

UNAL, M.; ERDEM, S.; GÜNNUR, D. The effect of aerobic and anaerobic acut exercises on the immune parameters. **Medical Bulletin of Istanbul Medical Faculty**. v. 64, n.3, p.174-182, 2001.

UNAL, M.; ERDEM, S.; DENIZ, G. The effects of chronic aerobic and anaerobic exercises on lymphocyte subgroups. **Acta of Physiology Hung**.v.92, n.2, p.163-71, 2005.

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a infância. Situação da infância brasileira 2001. Brasília: UNICEF, 2001.

VERRASTRO, T.; LORENZI, T.F.; WENDEL NETO, S. **Hematologia e Hemoterapia. Fundamentos de Morfologia, Fisiologia, Patologia e Clinica**. Rio de Janeiro : Editora Atheneu, 1996.

VIDER, J.; LEHTMAA, J.; KULLISAAR,T.; et al. Acute immune response in respect to exercise-induced oxidative Stress. **Pathophysiology**. v.7, p.263–270, 2001.

VIPRAKASIT, V.; SUWANTHOL, L.; SANGPRAYPAN, T.; et al. Hematological parameters and red blood cell indices in healthy Thai children: a revision for 2005. **Journal Medicine Association Thai**. v.88, s.8, p.S188-96, nov., 2005. (resumo)

WELSMAN J.R.; ARMSTRONG, N.; NEVILL, A.M.; WINTER, E.M.; KIRBY, B.J. Scaling peak VO₂ for diferences in body size. **Medicine Science of Sports and Exercise**. v.28, p.259-265, 1996.

WENG, N. Aging of the Immune System: How Much Can the Adaptive Immune System Adapt? **Immunity**. v.24, p.495–499, may., 2006.

WENNLÖF, A.H.; YNGVE, A.; SJÖSTRÖM, M. Changes in Aerobic Fitness in Swedish Children and Adolescents. **Journal of Physical Activity and Health**. v.3, p. 79-89, 2006.

WHELTON, H.; HARRINGTON, J.; CROWLEY, E.; KELLEHER, V.; CRONIN, M.; PERRY, I.J. Prevalence of overweight and obesity on the island of Ireland: results from the North South Survey of Children's Height, Weight and Body Mass Index, 2002. **BioMedical Central journal Public Health**. v.7, p.187-196, 2007.

WILLIAMS, C.A.; CARTER, H.; JONES, A.M.; DOUST, J.H. Oxygen uptake kinetics during treadmill running in boys and men. **Journal Apply Physiology**. v.90, p.1700-6, 2001.

WILMORE, J.H.; COSTIL, D.L. **Physiology of sports and exercise**. 2^oed. Champaign: Human Kinetics, 1999.

WILSON, J.D.; FOSTER, D.W.; KRONENBERG, H.; et al. Principles of Endocrinology. In: LARSEN, P. **Reed Williams Textbook of Endocrinology**. Editora: W B SAUNDERS. 10^a Edição p 1-10, 2003.

WOLACH, B.; ELIAKIM, A.; GAVRIELI, R.; et al. Aspects of leukocyte function and the complement system following aerobic exercise in young female gymnasts, **Scandinavian Journal Medicine Science and Sports**. v. 8, p.91–97, 1998.

WOODLAND, D.L.; MARCIA, A. Blackman Immunity and age: living in the past? **Trends in Immunology**. v.27, n.7, jul., 2006.

WOODS, J.A.; VIEIRA, V.J.; KEYLOCK, K.T. Exercise, Inflammation, and Innate Immunity. **Neurologic Clinics**. v. 24, n. 3, p. 585-599, ago., 2006.

WROTNIAK, B.H.; EPSTEIN, L.H.; DORN, J.M.; et al. The Relationship Between Motor Proficiency and Physical Activity in Children. **Pediatrics**. v.118, n.6, p.1758-1765, 2006.

YOUNG, E.A.; ALTEMUS. Puberty, Ovarian Steroids, and Stress. **Annals of New York Academic Science**. 1021: 124-133, 2004.

ANEXOS

ANEXO A: Pontos de corte internacionais para o IMC na classificação de indivíduos com SOBREPESO e OBESIDADE para indivíduos de 2 a 18 anos de idade de ambos os sexos

Idade (anos)	IMC = 25 kg/m ²		IMC = 30 kg/m ²	
	MENINOS	MENINAS	MENINOS	MENINAS
2	18.41	18.02	20.09	19.81
2.5	18.13	17.76	19.80	19.55
3	17.89	17.56	19.57	19.36
3.5	17.69	17.40	19.39	19.23
4	17.55	17.28	19.29	19.15
4.5	17.47	17.19	19.26	19.12
5	17.42	17.15	19.30	19.17
5.5	17.45	17.20	19.47	19.34
6	17.55	17.34	19.78	19.65
6.5	17.71	17.53	20.23	20.08
7	17.92	17.75	20.63	20.51
7.5	18.16	18.03	21.09	21.01
8	18.44	18.35	21.60	21.57
8.5	18.76	18.69	22.17	22.18
9	19.10	19.07	22.77	22.81
9.5	19.46	19.45	23.39	23.46
10	19.84	19.86	24.00	24.11
10.5	20.20	20.29	24.57	24.77
11	20.55	20.74	25.10	25.42
11.5	20.89	21.20	25.58	26.05
12	21.22	21.68	26.02	26.67
12.5	21.56	22.14	26.43	27.24
13	21.91	22.58	26.84	27.76
13.5	22.27	22.98	27.25	28.20
14	22.62	23.34	27.63	28.57
14.5	22.96	23.66	27.98	28.87
15	23.29	23.94	28.30	29.11
15.5	23.60	24.17	28.60	29.29
16	23.90	24.37	28.88	29.43
16.5	24.19	24.54	29.14	29.56
17	24.46	24.70	29.41	29.69
17.5	24.73	24.85	29.70	29.84
18	25	25	30	30

Cole, et al, 2000

ANEXO B: Pontos de corte internacionais do IMC na classificação de indivíduos com BAIXO PESO para indivíduos de 2 a 18 anos de idade de ambos os sexos com base em indivíduo com baixo peso de 16, 17 e 18,5 anos de idade.

Idade (anos)	MENINOS			MENINAS		
	16	17	18.5	16	17	18.5
2.0	13.37	14.12	15.14	13.24	13.90	14.83
2.5	13.22	13.94	14.92	13.10	13.74	14.63
3.0	13.09	13.79	14.74	12.98	13.60	14.47
3.5	12.97	13.64	14.57	12.86	13.47	14.32
4.0	12.86	13.52	14.43	12.73	13.34	14.19
4.5	12.76	13.41	14.31	12.61	13.21	14.06
5.0	12.66	13.31	14.21	12.50	13.09	13.94
5.5	12.58	13.22	14.13	12.40	12.99	13.86
6.0	12.50	13.15	14.07	12.32	12.93	13.82
6.5	12.45	13.10	14.04	12.28	12.90	13.82
7.0	12.42	13.08	14.04	12.26	12.91	13.86
7.5	12.41	13.09	14.08	12.27	12.95	13.93
8.0	12.42	13.11	14.15	12.31	13.00	14.02
8.5	12.45	13.17	14.24	12.37	13.08	14.14
9.0	12.50	13.24	14.35	12.44	13.18	14.28
9.5	12.57	13.34	14.49	12.53	13.29	14.43
10.0	12.66	13.45	14.64	12.64	13.43	14.61
10.5	12.77	13.58	14.80	12.78	13.59	14.81
11.0	12.89	13.72	14.97	12.95	13.79	15.05
11.5	13.03	13.87	15.16	13.15	14.01	15.32
12.0	13.18	14.05	15.35	13.39	14.28	15.62
12.5	13.37	14.25	15.58	13.65	14.56	15.93
13.0	13.59	14.48	15.84	13.92	14.85	16.26
13.5	13.83	14.74	16.12	14.20	15.14	16.57
14.0	14.09	15.01	16.41	14.48	15.43	16.88
14.5	14.35	15.28	16.69	14.75	15.72	17.18
15.0	14.60	15.55	16.98	15.01	15.98	17.45
15.5	14.86	15.82	17.26	15.25	16.22	17.69
16.0	15.12	16.08	17.54	15.46	16.44	17.91
16.5	15.36	16.34	17.80	15.63	16.62	18.09
17.0	15.60	16.58	18.05	15.78	16.77	18.25
17.5	15.81	16.80	18.28	15.90	16.89	18.38
18.0	16.00	17.00	18.50	16.00	17.00	18.50

COLE, et al., (2007)

ANEXO C: Estilo de Vida**CENTRO DE PESQUISA EM EXERCÍCIO E ESPORTE – CEPEE UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ****Instruções para o preenchimento:**

- Procure fornecer as informações solicitadas e indique-as marcando um “x” ou preenchendo os espaços no questionário,
 - Suas respostas serão mantidas no anonimato e as informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa;
 - Sua participação é muito importante!
- Muito Obrigado.

Informações Pessoais

Data avaliação: ____ / ____ / 200__

Nome: _____ **Escola:** _____

Cidade: _____ **Bairro:** _____ **Série:** []

1. Sexo: ¹[] Masculino ²[] Feminino **Data de nascimento:** ____ / ____ / 19____

2. Estado civil: ¹[] solteiro(a) ²[] casado(a) ³[] outro

3. Período em que estuda: ¹[] manhã ²[] tarde ³[] noite

4. Mora com a família? ¹[] sim ²[] não N^o de irmãos: [____]

5. Reside em: ¹[] zona rural (campo) ²[] zona urbana (cidade)

6. Tipo de residência: ¹[] casa ²[] apartamento ³[] outro

Percepção de Saúde e bem-estar

9. Quando foi a última vez que você fez exame de sangue?

1[] há menos de 1 ano 2[] de 1 anos a 2 anos 3[] Não se lembra

10. Em geral, você considera sua saúde:

1[] excelente 2[] boa 3[] regular 4[] ruim

11. Esta semana você ficou gripado?

1[] sim 2[] não

12. Como você se encontra esta semana em relação à sua disposição?

1[] excelente 2[] boa 3[] regular 4[] ruim

Muito Obrigado! Sua participação foi muito importante !!

ANEXO D: Tabela de predição do Consumo Máximo de Oxigênio (VO₂máx) pelo teste “Shuttle run test” (LEGER et al., 1993 et 1984).

VO ₂ máx predito em ml.kg.min ⁻¹ de acordo com a velocidade máxima (km.h ⁻¹) e idade (anos)														
Estágio (min)	Velocidade Máxima (km/h)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	≥18
1	8.5	46.9*	45.0*	43.0*	41.1*	39.1*	37.2*	35.2*	33.3*	31.4*	29.4*	27.5*	25.5*	23.6*
2	9.0	49.0	47.1	45.2	43.4	41.5*	39.6*	37.8*	35.9*	34.1*	32.2*	30.3*	28.5*	26.6*
3	9.5	51.1	49.3	47.5	45.7	43.9	42.1	40.3*	38.5*	36.7*	35.0*	33.2*	31.4	29.6
4	10.0	53.1	51.4	49.7	48.0	46.3	44.6	42.9	41.2	39.4*	37.7*	36.0	34.3	32.6
5	10.5	55.2	53.6	51.9	50.3	48.7	47.0	45.4	43.8	42.1	40.5	38.9	37.2	35.6
6	11.0	57.3	55.7	54.2	52.6	51.1	49.5	47.9	46.4	44.8	43.3	41.7	40.2	38.3
7	11.5	59.4	57.9	56.4	54.9	53.4	52.0	50.5	49.0	47.5	46.0	44.6	43.1	41.6
8	12.0	61.5	60.1	58.6	57.2	55.8	54.4	53.0	51.6	50.2	48.8	47.8	46.0	44.6
9	12.5	63.5	62.2	60.9	59.6	58.5	56.9	55.6	54.2	52.9	51.6	50.3	48.9	47.6
10	13.0	65.6*	64.4*	63.1*	61.9*	60.0*	59.4*	58.1	56.9	55.6	54.4	53.1	51.9	50.6
11	13.5	67.7*	66.5*	65.3*	64.2*	63.0*	61.8*	60.6*	59.5*	58.3	57.1	56.0	54.8	53.6
12	14.0	69.8*	68.7*	67.6*	66.5*	65.4*	64.3*	63.2*	62.1*	61.0	59.9	58.8	57.7	56.6
13	14.5	71.9*	70.8*	69.8*	68.8*	67.8*	66.8*	65.7*	64.7*	63.7*	62.7*	61.6	60.6	59.6
14	15.0	73.9*	73.0*	72.0*	71.1*	70.2*	69.2*	68.3*	67.3*	66.4*	65.4*	64.5	63.6	62.6*
15	15.5	76.0*	75.1*	74.3*	73.4*	72.5*	71.7*	70.8*	69.9*	69.1*	68.2*	67.3*	66.5*	65.6*
16	16.0	78.1*	77.3*	76.5*	75.7*	74.9*	74.1*	73.4*	72.6*	71.8*	71.0*	70.2*	69.4*	68.6*
17	16.5	80.2*	79.5*	78.7*	78.0*	77.3*	76.6*	75.9*	75.2*	74.5*	73.8*	73.0*	72.3*	71.6*
18	17.0	82.3*	81.6*	81.0*	80.3	79.7*	79.1*	78.4*	77.8*	77.2*	76.5*	75.9*	75.3*	74.6*
19	17.5	84.3*	83.8*	83.2*	82.7*	82.1*	81.5*	81.0*	80.4*	79.9*	79.3*	78.7*	78.2*	77.6*
20	18.0	86.4*	85.9*	85.4*	85.0*	84.5*	84.0*	83.5*	83.0*	82.5*	82.1*	81.6*	81.1*	80.6*

ANEXO E: Maturação Sexual Feminina

ESTÁGIO 1



Não existem pelos

ESTÁGIO 2



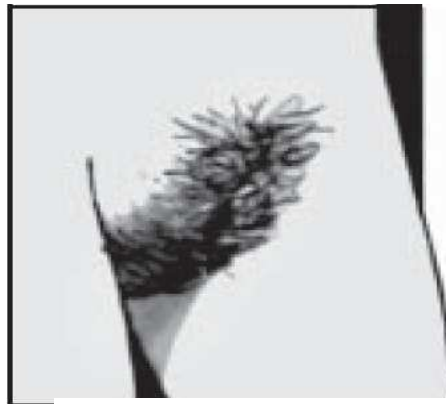
Existem poucos pelos e eles são claros.

ESTÁGIO 3



Existem mais pelos que o estágio 2 e eles são mais escuros

ESTÁGIO 4



Os pelos são mais grossos e cobrem uma área maior que a do estágio 3, porém menos do que de adultos.

ESTÁGIO 5



Quantidade de pelos semelhantes à de uma mulher adulta.

ANEXO F: Maturação Sexual Masculina

ESTÁGIO 1



Não existem pelos

ESTÁGIO 2



Existem poucos pelos e eles são claros.

ESTÁGIO 3



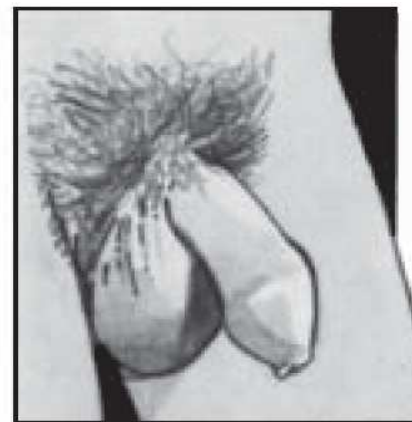
Existem mais pelos que o estágio 2 e eles são mais escuros

ESTÁGIO 4



Os pelos são mais grossos e cobrem uma área maior que a do estágio 3, porém menos do que de adultos.

ESTÁGIO 5



Quantidade de pelos semelhantes à de uma mulher adulta.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Número de alunos por escolas públicas da cidade de São Mateus do Sul.

		♂						♀						N Total de alunos/ escola
IDADE		12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	16	17	
1 CEDC		58	58	70	108	87	91	65	63	78	84	76	10	941
2 CESM		64	65	102	87	88	60	69	65	10	119	99	91	1014
3 CEODS		40	35	34	7	3	0	54	53	17	15	2	1	261
4 EET		15	14	17	7	3	0	20	13	10	1	1	0	101
5 EEZSP		34	31	21	2	2	0	31	34	29	8	6	0	198
6 EEL		21	26	11	11	1	0	25	20	9	11	1	0	136
7 EAAF		14	9	8	4	1	0	12	11	12	0	2	0	73
8 ERMAP		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 ERMCA		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10 ERMCI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 ERME		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 ERMFT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 ERMGA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 ERMJPR		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
15 ERMJBD		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16 ERMJS		0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
17 ERMJA		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18 ERMOAF		3	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	8
19 ERMTAF		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20 ERMJS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 ERMPMAW		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 ERMrdasPB		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 ERMSA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 EMRMSGM		3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
25 EMJP		0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
26 ERMAKdeP		2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	5
27 EMOWdoA		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
28 EMEAF		3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
29 EMOC		3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5
30 EMDWdoA		4	2	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	10
31 EMPE		7	3	0	0	0	0	7	2	2	0	0	0	21
32 EMDrPF		5	2	5	0	0	0	5	4	0	4	0	0	25
33 EMAKS		0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
34 EMNSN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		280	254	272	230	18	15	29	26	26		19		2827
						5	1	8	8	4	243	187	5	

	N total		
	FEMININO	MASCULINO	GERAL
Escolas Estaduais	1309	1415	2724
Escolas Municipais	63	40	103
TOTAL	1.372	1.455	2.827

Siglas e nome completo dos Colégios e Escolas da Cidade de São Mateus do Sul, Paraná.

1	CEDC	Colégio Estadual Duque Caxias
2	CESM	Colégio Estadual São Mateus
3	CEODS	Colégio Estadual Orlanda Distéfani Santos
4	EET	Escola Estadual Turvo
5	EEZSP	Escola Estadual Zuleide Samways Portes
6	EEL	Escola Estadual Lajeado
7	EEAF	Escola Estadual Anselmo Follador
8	ERMAP	Escola Rural Municipal Altair Précoma
9	ERMCA	Escola Rural Municipal Castro Alves
10	ERMCI	Escola Rural Municipal Colônia Iguaçu
11	ERME	Escola Rural Municipal Estiva
12	ERMFT	Escola Rural Municipal Fernando Toppel
13	ERMGA	Escola Rural Municipal Gustavo Armbrust
14	ERMJPR	Escola Rural Municipal Jayme Pinto Ribeiro
15	ERMJBD	Escola Rural Municipal João Batista Distéfano
16	ERMJS	Escola Rural Municipal João Staniszewski
17	ERMJA	Escola Rural Municipal José de Alencar
18	ERMOAF	Escola Rural Municipal Olalina de Almeida Faria
19	ERMTAF	Escola Rural Municipal Tertuliano de Almeida Faria
20	ERMJS	Escola Rural Municipal Julia Skalski
21	ERMPMAWR	Escola Rural Municipal Mirtes Aparecida Wolff Ross
22	ERMRdasPB	Escola Rural Municipal Rio das Pedras B
23	ERMSA	Escola Rural Municipal Santo Antônio
24	EMRMSGM	Escola Rural Municipal Sergio Graciano Meira
25	EMJP	Escola Municipal José Palácio
26	ERMAKdeP	Escola Rural Municipal Anastácia de K. de Paula
27	EMOWdoA	Escola Municipal Olívio Wolff do Amaral
28	EMEAF	Escola Municipal Ezilda Amaral Ferreira
29	EMOC	Escola Municipal Odemira Cunha
30	EMDWdoA	Escola Municipal Durval Wolff do Amaral
31	EMPE	Escola Municipal Pedro Éfico
32	EMDrPF	Escola Municipal Doutor Paulo Fortes
33	EMAKS	Escola Municipal Apolônia K. Staniszewski
34	EMNSN	Escola Municipal Nelson Santos Nascimento

APÊNDICE B: CARTA CONVITE ÀS SECRETARIAS DE EDUCAÇÃO E DE SAÚDE E AO PREFEITO DA CIDADE DE SÃO MATEUS DO SUL, PARANÁ

Curitiba,de 2007.

À

Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Lazer de São Mateus do Sul, PR

DD. Sr^a

São Mateus do Sul, Pr

Vimos solicitar a sua colaboração para que possamos desenvolver o projeto de pesquisa intitulado “Análise da aptidão cardiorrespiratória e sua influência sobre o sistema imunológico em adolescentes das escolas públicas de São Mateus do Sul, PR”, conduzido pelo professor Doutor Wagner de Campos, Professor Adjunto do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná e o acadêmico Anderson Zampier Ulbrich, aluno do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Educação Física da UFPR.

Este estudo tem como objetivo principal analisar o comportamento do sistema imunológico, e suas inter-relações com os níveis de aptidão cardiorrespiratória, em adolescentes de ambos os sexos, matriculados na rede pública de ensino da cidade de São Mateus do Sul, PR. Para tanto, necessitamos o acesso aos estabelecimentos de ensino Fundamental e ensino Médio da rede pública vinculadas a esta instituição, com suas respectivas localizações, juntamente com o número de alunos matriculados por sexo e faixa etária em cada escola.

Salientamos que, após as análises, os idealizadores do projeto se comprometem em fornecer todas as informações aos setores envolvidos (secretarias, escolas e alunos) sobre os resultados encontrados bem como a realização de palestras que orientem a prevenção dos comportamentos de risco.

Informamos ainda que os procedimentos metodológicos da pesquisa em nenhum momento colocarão os alunos em risco físico ou emocional e terão o respaldo do Comitê de Ética em pesquisas com seres humanos de nossa Universidade.

Atenciosamente,

Wagner de Campos

Anderson Zampier Ulbrich

**APÊNDICE C: CARTA CONVITE AOS DOIS MAIORES COLÉGIOS DA
CIDADE DE SÃO MATEUS DO SUL, PARANÁ.**

Curitiba, de.....2007.

Ao

Colégio Estadual

Att. Professor Diretor.....

São Mateus do Sul, PR

Prezado Diretor:

Encaminhamos esta solicitação com a finalidade de verificar a possibilidade de termos acesso a esta instituição de ensino para a execução do projeto de pesquisa intitulado: “Análise da aptidão cardiorrespiratória e sua influência sobre o sistema imunológico em adolescentes das escolas públicas de São Mateus do Sul, PR”, conduzido pelo Professor Doutor Wagner de Campos, Professor Adjunto do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná e o acadêmico Anderson Zampier Ulbrich, aluno do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Educação Física da UFPR.

Para tanto, necessitamos de sua liberação para realizar nos alunos desta instituição as seguintes avaliações: exame sangüíneo para determinação do perfil hematológico; preenchimento de um questionário relacionado ao estilo de vida dos adolescentes, comportamento alimentar e história médica familiar; avaliações antropométricas; auto-avaliação do estágio de maturação sexual e avaliação da aptidão cardiorrespiratória.

Garantimos o total anonimato do avaliado e da escola durante toda a pesquisa e que os procedimentos metodológicos em nenhum momento colocarão os alunos em risco físico ou emocional, tendo o respaldo do Comitê de Ética em pesquisas com seres humanos de nossa Universidade.

Sendo o que tínhamos para o momento, agradecemos antecipadamente a atenção dispensada.

Wagner de Campos

Anderson Zampier Ulbrich

APÊNDICE D: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ responsável pelo menor _____, autorizo sua participação no projeto de pesquisa intitulado “Análise da aptidão cardiorrespiratória e sua influência sobre o sistema imunológico em adolescentes das escolas públicas de São Mateus do Sul, PR”, conduzido pelo Professor Doutor Wagner de Campos, Professor Adjunto do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná e seu aluno de mestrado Anderson Zampier Ulbrich. O estudo tem como objetivo analisar o comportamento do sistema imunológico relacionado com a aptidão cardiorrespiratória nos adolescentes de ambos os sexos desta cidade.

A participação do meu filho (protegido) é voluntária e estou ciente de que não serei remunerado, podendo desistir em qualquer fase, isento de qualquer custo. Sei que a pesquisa envolverá a realização de exame sanguíneo para avaliação do perfil hematológico (hemograma completo), avaliações antropométricas, auto-avaliação do estágio de maturação sexual, avaliação da aptidão cardiorrespiratória e preenchimento de um questionário relacionado ao estilo de vida. Compreendo que a participação na pesquisa auxiliará no conhecimento sobre os benefícios da aptidão física acerca dos fatores de defesa do organismo dos adolescentes e que os resultados do estudo podem ser publicados sem tornar pública a identidade deles.

Salientamos ainda que, após as análises, os idealizadores do projeto se comprometem em fornecer todas as informações aos setores envolvidos (secretarias, escolas e alunos) sobre os resultados encontrados bem como a realização de palestras que orientem a prevenção dos comportamentos de risco.

Fui informado que este projeto foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Qualquer dúvida sobre o estudo pode ser esclarecida pelo seu responsável:

Prof. Dr. Wagner de Campos – telefone (41) 3360-4331.

Diante das colocações acima concedo a participação voluntária do meu filho (protegido) na pesquisa e declaro que estou ciente dos seus objetivos e procedimentos e sei que posso retirar meu consentimento a qualquer instante.

São Mateus do Sul, ____ / ____ / 200__

Assinatura do responsável

APÊNDICE E: HISTÓRICO FAMILIAR

PARA O PAI RESPONDER

[] Falecido. Causa da Morte: _____

Antecedentes familiares

Tem alguém na família que tem ou teve uma das doenças indicadas abaixo?

<u>Hipertensão</u>	<u>Diabetes</u>	<u>Angina</u>	<u>Infarto</u>	<u>Derrame</u>
¹ [] não	¹ [] não	¹ [] não	¹ [] não	¹ [] não
² [] Pai	² [] Pai	² [] Pai	² [] Pai	² [] Pai
³ [] Mãe	³ [] Mãe	³ [] Mãe	³ [] Mãe	³ [] Mãe
⁴ [] Irmãos	⁴ [] Irmãos	⁴ [] Irmãos	⁴ [] Irmãos	⁴ [] Irmãos
⁵ [] Avós	⁵ [] Avós	⁵ [] Avós	⁵ [] Avós	⁵ [] Avós
⁶ [] não sabe	⁶ [] não sabe	⁶ [] não sabe	⁶ [] não sabe	⁶ [] não sabe
⁷ [] você	⁷ [] você	⁷ [] você	⁷ [] você	⁷ [] você

Fumo

Você fuma? ¹[] sim ²[] não **Ex-fumante?** ¹[] sim ²[] não

➔ **Quantos anos** você tinha quando fumou pela primeira vez? _____ anos.

Quem dos outros familiares é ou foi fumante:

¹[] Pai ³[] Avô Paterno ⁵[] Avó Paterna ⁷[] Irmão (s)
²[] Mãe ⁴[] Avô Materno ⁶[] Avó Materna ⁸[] Irmão (s)

Bebidas Alcoólicas

Atenção ➔ bebidas alcoólicas incluem: cerveja, vinho, cachaça, rum, gim, vodca, uísque ou qualquer outra bebida destilada ou fermentada contendo álcool.

33. Independentemente da quantidade, você toma bebidas alcoólicas?

¹[] sim ²[] não

➔ **Quantos anos** você tinha, **quando bebeu pela primeira vez?** _____ anos

PARA A MÃE RESPONDER

[] Falecida. Causa da Morte: _____

Antecedentes familiares

Tem alguém na família que tem ou teve uma das doenças indicadas abaixo?

<u>Hipertensão</u>	<u>Diabetes</u>	<u>Angina</u>	<u>Infarto</u>	<u>Derrame</u>
¹ [] não	¹ [] não	¹ [] não	¹ [] não	¹ [] não
² [] Pai	² [] Pai	² [] Pai	² [] Pai	² [] Pai
³ [] Mãe	³ [] Mãe	³ [] Mãe	³ [] Mãe	³ [] Mãe
⁴ [] Irmãos	⁴ [] Irmãos	⁴ [] Irmãos	⁴ [] Irmãos	⁴ [] Irmãos
⁵ [] Avós	⁵ [] Avós	⁵ [] Avós	⁵ [] Avós	⁵ [] Avós
⁶ [] não sabe	⁶ [] não sabe	⁶ [] não sabe	⁶ [] não sabe	⁶ [] não sabe
⁷ [] você	⁷ [] você	⁷ [] você	⁷ [] você	⁷ [] você

Fumo

Você fuma? ¹[] sim ²[] não **Ex-fumante?** ¹[] sim ²[] não

➔ **Quantos anos** você tinha quando fumou pela primeira vez? ____ anos.

Quem dos outros familiares é ou foram fumantes:

¹[] Pai ³[] Avô Paterno ⁵[] Avó Paterna ⁷[] Irmão (s)
²[] Mãe ⁴[] Avô Materno ⁶[] Avó Materna ⁸[] Irmão (s)

Bebidas Alcoólicas

Atenção ➔ bebidas alcoólicas incluem: cerveja, vinho, cachaça, rum, gim, vodca, uísque ou qualquer outra bebida destilada ou fermentada contendo álcool.

33. Independentemente da quantidade, você toma bebidas alcoólicas?

¹[] sim ²[] não

➔ **Quantos anos** você tinha, **quando bebeu pela primeira vez?** ____ anos

Relate sobre os principais problemas de saúde que seu filho já apresentou desde o nascimento?

Agradecemos sua colaboração

Atenciosamente,

Professor Wagner de Campos, PhD.

Cidade de _____, ____ / ____ / 200__.

Assinatura do responsável

APÊNDICE F: ORIENTAÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO NAS AVALIAÇÕES

- **Trazer o “TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO” devidamente preenchido e assinado pelo pai ou responsável.**

- **Instruções para coleta de sangue:**

- 1 – Jejum prévio obrigatório de no mínimo 12h para coleta do sangue, podendo tomar água livremente.
- 2 – Evitar o consumo de álcool 3 dias antes do teste.
- 3 – Evitar o abuso alimentar (em especial gordura) no dia anterior ao teste.

- **Instruções para avaliações físicas e antropométricas:**

- 1 – Evitar a realização de atividades vigorosas no dia anterior ao teste.
- 2 – Vestir roupas leves e adequadas para prática de atividade física (calção, agasalho, camiseta, tênis).

OBS: Trazer caneta no dia da avaliação.

APÊNDICE G: FICHA DE AVALIAÇÃO



Nome: _____

Sexo: ☐ M - ☐ F

Data nascimento: ____/____/____

Data da Avaliação: : ____/____/____

Pressão Arterial

Sistólica
mm Hg

Diastólica
mm Hg

Antropometria

Estatura em Pé
cm

Massa Corporal
kg

Diâmetros ósseos

Punho	Úmero	Fêmur
mm	mm	mm

Perímetros

Cintura	Abdome	Quadril
cm	cm	cm

Dobras Cutâneas

Tricipital			
Subescapular			
Supra ilíaca			
Abdominal			
Panturrilha			

Flexibilidade

cm	cm	cm
----	----	----

Léger

Volta	Frequencia Cardíaca			
	Repouso	Máxima	Recup. 1'	Recup. 3'
	bpm	bpm	bpm	bpm

Estágio maturacional:

1	2	3	4	5

Com que idade teve a primeira menstruação:

Anos

Observação: _____

RECOMEÇAR

"Não importa onde você parou...
Em que momento da vida você cansou...
O que importa é que sempre é possível e necessário "recomeçar".
Recomeçar é dar uma nova chance a si mesmo...
É renovar as esperanças na vida e o mais importante...
Acreditar em você de novo.
Sofreu muito?
Foi aprendizado...
Chorou muito?
Foi limpeza da alma...
Ficou com raiva das pessoas ?
Foi para perdoá-las um dia...
Sentiu-se só por diversas vezes?
É porque fechaste a porta até para os anjos...
Acreditou em tudo que estava perdido?
Era o início de tua melhora...
Onde você quer chegar?
Ir alto?
Sonhe alto...
Queira o melhor do melhor...
Se pensarmos pequeno...
Coisas pequenas teremos...
Mas se desejarmos fortemente o melhor e principalmente lutarmos para o melhor...
O melhor vai se instalar em nossa vida.
Porque sou do tamanho daquilo que vejo, e não do tamanho da minha altura."

Carlos Drumond de Andrade